

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

EFFETS DE L'ÉLAGAGE DES ARBRES SUR LA SÉLECTION DES SITES DE
NIDIFICATION DES OISEAUX MIGRATEURS SELON UN GRADIENT DE
COUVERT FORESTIER EN MILIEU URBAIN

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN BIOLOGIE

PAR
NATHALIE GENDRON

NOVEMBRE 2016

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Il y a cinq ans, une folle idée m'est passée par la tête : quitter mon emploi en informatique pour retourner aux études à temps plein. Cette période ne devait durer que trois ans, mais, oh! quelle belle surprise, le plaisir s'est prolongé par une maîtrise.

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin. Merci à Christian Messier et Rebecca Tittler pour votre aide précieuse en début de projet, et pour vos bons conseils lors de l'élaboration de ma proposition. Un grand merci à Steven Fuller, Julie Reinling et Carine Côté-Germain, ces aides de terrain qui ont récolté les données en ma compagnie tout en m'apprenant à identifier les arbres l'hiver. Merci à Jonathan Roy et Kim Bannon pour avoir participé aux inventaires d'oiseaux très tôt le matin. Merci à Denis Henri, garde-parc technicien de la faune, qui m'a grandement aidé dans l'identification des nids d'oiseaux. Merci à Stéphane Daigle et Geneviève Potvin pour vos bons conseils au niveau des statistiques. Merci à Daniel Lesieur et Mélanie Desrochers, employés du CEF, pour votre aide dans les bases de données et la géolocalisation. Un grand merci à Claudia Daignault, Véronique Michaud, Kathleen Montour, Gervais Pellerin, Isabelle St-Jean de chez Hydro-Québec qui ont permis la réalisation de ce projet.

Lorsque j'ai mentionné à d'anciens étudiants que je rejoignais le laboratoire de Pierre Drapeau, je n'ai eu que de bons commentaires. On me disait chanceuse de faire partie de cette équipe et j'en suis bien consciente et reconnaissante aujourd'hui.

Un ÉNORME merci à Virginie-Arielle Angers, ma codirectrice, pour ton aide, ta patience, la pertinence de tes interventions et tes encouragements. Tes réponses rapides m'ont évité d'être trop longtemps dans le brouillard. Un gros merci.

Un ÉNORME merci à Pierre Drapeau, mon directeur, pour tes nombreuses idées, ton support, ton aide, ainsi que tes explications toujours intéressantes et enrichissantes. Merci encore.

Merci à ma famille, mon père, ma mère, mon frère Pierre Marc et les enfants. Votre intérêt pour mon sujet et vos encouragements m'ont aidé à continuer.

Mon beau Stéphane, merci de m'avoir soutenu dans cette folle aventure.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
RÉSUMÉ	xv
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
Les communautés aviaires et la végétation urbaine	1
Lois fédérale et provinciale protégeant les oiseaux et leur nid	2
L'arbre et le réseau de distribution domestique	3
Objectifs de l'étude	4
CHAPITRE I	
STRUCTURE ET COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS AVIAIRES EN	
MILIEU URBAIN	7
1.1. Introduction	7
1.2. Méthodologie.....	10
1.2.1. Aire d'étude	10
1.2.2. Sélection des quartiers	11
1.2.3. Sélection des rues.....	13
1.2.4. Dénombrement des oiseaux	14
1.2.5. Mesure du couvert végétal.....	15
1.2.6. Espèces susceptibles d'être dérangées	16
1.2.7. Analyses statistiques	16
1.3. Résultats	19
1.3.1. Composition des communautés	19
1.3.2. Distribution des espèces.....	20
1.3.3. Distribution des espèces introduites et indigènes	23
1.3.4. Distribution des espèces selon leur statut migratoire.....	26
1.3.5. Distribution des oiseaux migrateurs selon leur substrat de nidification ...	27
1.3.6. Espèces susceptibles d'être dérangées par l'élagage	29

1.4. Discussion	30
1.4.1. La faune aviaire dans son ensemble	31
1.4.2. Migrateurs et résidents	33
1.4.3. Distribution des migrateurs selon le type de substrat de nidification et susceptibilité à l'élagage	34
1.4.4. Statut intermédiaire des quartiers à moyenne densité de végétation.....	36
1.5. Conclusion	37
CHAPITRE II	
EFFET DE L'ÉLAGAGE DES ARBRES SUR LA SÉLECTION DES SITES DE NIDIFICATION DES OISEAUX À L'ÉCHELLE DE L'ARBRE	39
2.1. Introduction.....	39
2.1.1. Normes d'élagage d'une entreprise de distribution d'électricité	40
2.1.2. Réaction de l'arbre suite à l'élagage	42
2.1.3. Impacts du changement de structure de l'arbre.....	42
2.1.4. Site de nidification de l'écureuil	43
2.1.5. Hypothèses	44
2.2. Méthodologie	45
2.2.1. Aire d'étude.....	45
2.2.2. Recherche de nids.....	45
2.2.3. Caractérisation des nids d'oiseaux	47
2.2.4. Caractérisation des arbres.....	48
2.2.5. Caractérisation des nids d'écureuils	48
2.2.6. Identification et catégorisation des nids d'oiseaux	49
2.2.7. Distinction des nids d'écureuils et des nids de Corneille d'Amérique	53
2.2.8. Catégorisation des arbres	54
2.2.9. Analyses statistiques et traitement des données	56
2.2.9.1. Persistance des nids	56
2.2.9.2. Analyses discriminantes en trois temps	57
2.2.9.3. Influence de l'élagage sur la position des nids dans l'arbre	59
2.2.9.4. Utilisation des branches naturelles et des rejets	60

2.2.9.5. Répartition des nids dans la zone d'élague de distribution d'électricité.....	60
2.2.9.6. Risques de prises accessoires et de perturbation des nids.....	60
2.3. Résultats	61
2.3.1. Persistance des nids	61
2.3.2. Tendances générales	62
2.3.3. Facteurs explicatifs dans la sélection des arbres de nidification dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation	64
2.3.3.1. Viréo mélodieux.....	65
2.3.3.2. Chardonneret jaune	67
2.3.3.3. Petits nids	68
2.3.3.4. Merle d'Amérique.....	69
2.3.3.5. Nids de taille moyenne.....	70
2.3.3.6. Grands nids	71
2.3.3.7. Écureuil	73
2.3.4. Facteurs explicatifs dans la sélection des arbres de nidification dans les quartiers à forte densité de végétation	74
2.3.5. Influence de l'élague sur le positionnement des nids dans l'arbre	77
2.3.6. Risques de prises accessoires.....	78
2.3.7. Les nids retrouvés dans la zone de dégagement des fils de moyenne tension.....	79
2.4. Discussion	80
2.4.1. Facteurs de sélection des sites de nidification à l'échelle de l'arbre	81
2.4.2. Influence de l'élague sur la sélection de site de nidification	83
2.4.3. Influence de l'élague sur la position du nid dans la couronne	84
2.4.4. Influence de l'élague dans les milieux à forte densité de végétation.....	85
2.4.5. Risques de prises accessoires et de perturbation des nids	86
2.4.6. Risque de dérangement dans la zone de dégagement des fils de moyenne tension	87
2.4.7. Recommandations.....	88
2.5. Conclusion	89

CONCLUSION GÉNÉRALE	91
ANNEXE A - FRÉQUENCE D'OBSERVATION ET ABONDANCE DES OISEAUX LORS DES INVENTAIRES AU CHANT DANS LES 419 STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE	93
ANNEXE B - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES.....	95
ANNEXE C - ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE DANS UN CERCLE DE RAYON DE 50 M ET RETENUES DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE	101
RÉFÉRENCES	105

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1 Aire d'étude : Répartition des rues et quartiers choisis pour l'étude.	14
1.2 Ordination des 419 stations d'échantillonnage obtenue à partir d'une analyse en composante principale (ACP) de la composition des espèces des communautés d'oiseaux dans trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation, soit faible, moyenne et forte densité.	20
1.3 Richesse et abondance moyennes observées par station d'écoute dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation	21
1.4 Ordination des espèces d'oiseaux sur les deux premiers axes de l'analyse en composante principale (ACP)	22
1.5 Nombre d'individus moyen par stations des espèces indigènes et introduites dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation.	25
1.6 Proportion moyenne en individus détectés (%) par station pour les groupes d'espèces indigènes et introduites dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation.....	25
1.7 Richesse (a) et abondance (b) moyenne par stations des oiseaux observés lors des inventaires en fonction de leur statut migratoire dans les quartiers à faible, moyenne et forte densité de végétation.	27
1.8 Richesse et abondance moyennes par station des nicheurs migrateurs sur l'ensemble du territoire échantillonné selon le substrat de nidification.	28
1.9 Richesse (a) et abondance (b) moyenne d'espèces migratrices par station distribuées selon le type de substrat de nidification dans les quartiers à faible, moyenne et forte densité de végétation.....	29
1.10 Fréquences d'observation des espèces les plus susceptibles d'être dérangées par l'élagage des arbres, lors des inventaires par points d'écoute dans les quartiers à faible, moyenne et forte densité de végétation.	30
2.1 Zone de dégagement des fils sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec.	41
2.2 Schéma représentant la zone de dégagement (ligne pointillée) préconisée par Hydro-Québec pour les arbres ornementaux (à gauche) et non ornementaux (à droite).....	41

2.3	Zones d'emplacement des nids dans un arbre	47
2.4	Pourcentage de persistance des nids suite à l'hiver 2013-2014.	61
2.5	Densité de nids observés par 100 km de rue selon le type de quartier.	63
2.6	Densité de nids retrouvés dans des arbres élagués et non élagués dans l'ensemble des quartiers.	64
2.7	Essences disponibles et utilisées pour la nidification du Viréo mélodieux dans les quartiers où des nids ont été observées.	66
2.8	Positionnement du nid dans l'arbre pour les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.	66
2.9	Proportion de branches naturelles ou de rejets utilisés comme support pour les nids.	67
2.10	Arbres disponibles et utilisés pour la nidification du Chardonneret jaune dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.	68
2.11	Arbres disponibles et utilisés pour la nidification des oiseaux construisant des petits nids dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.	69
2.12	Arbres disponibles et utilisés pour la nidification du Merle d'Amérique dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.	70
2.13	Arbres disponibles et utilisés pour la nidification des oiseaux construisant des nids de taille moyenne dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.	71
2.14	Arbres disponibles et utilisés pour la nidification des oiseaux construisant des grands nids dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.	72
2.15	Statut d'élagage des arbres, nombre de saisons de croissance depuis la dernière session d'élagage et types de branches utilisées par la catégorie des nids de grande taille dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.	72
2.16	Statut d'élagage des arbres, nombre de saisons de croissance depuis la dernière session d'élagage et types de branches utilisées par les nids d'écureuils dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation. ...	74
2.17	Positionnement des nids dans les arbres dans les quartiers à forte densité de végétation.	76

2.18 Utilisation de branches naturelles ou rejets dans les quartiers à forte densité de végétation.....	77
2.19 Nombre de nids retrouvés dans les deux zones d'élagage, soit celle d'Hydro-Québec à 6,5 m et plus, et celle des autres intervenants en-dessous de 6,5 m, pour l'ensemble des quartiers.....	80

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1.1	Classement des quartiers selon le pourcentage du couvert arborescent calculé à partir de parcelles de 30 m x 30 m.....	13
2.1	Distances parcourues selon le type de milieu.	46
2.2	Liste des espèces construisant des nids dans les arbres à une hauteur correspondant à la zone de dégagement.....	51
2.3	Essences d'arbres observées lors de l'échantillonnage dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.	55
2.4	Essences d'arbres observées lors de l'échantillonnage dans les quartiers à forte densité de végétation.	56
2.5	Facteurs d'influence utilisés dans les analyses discriminantes.....	58
2.6	Nombre de nids observés selon le type de quartiers. Ces résultats sont les seuls à ne pas avoir été corrigés en fonction de la persistance des nids.	62
2.7	Facteurs influençant la sélection de site de nidification dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.	65
2.8	Facteurs qui influencent la sélection de site de nidification des oiseaux en bordure de milieu à couvert dense.	75
2.9	Emplacement des nids de Merles d'Amérique dans l'arbre selon le statut de l'arbre porteur de nid.....	78
2.10	Vulnérabilité des nids lors des sessions d'élagage.	79

RÉSUMÉ

L'une des causes de diminution de la biodiversité est la perte d'habitats. En milieu urbain, la réduction considérable du couvert forestier au profit des milieux ouverts, combinée aux changements des espèces végétales indigènes pour des espèces exotiques, a provoqué une altération chez la faune aviaire quant à la composition de ses communautés, notamment chez les espèces migratrices. De plus, les arbres de rues sont souvent localisés près des réseaux de distribution d'électricité domiciliaire et peuvent causer des pannes, ce qui nécessite un entretien régulier pour protéger les installations électriques. Ces travaux transforment l'architecture des arbres et par le fait même l'habitat de nidification de plusieurs espèces d'oiseaux. Un arbre ayant perdu une partie de sa cime n'offre plus le même couvert végétal protégeant le nid contre la vue des prédateurs en vol, et les rejets poussant suite à la coupe, ne croissent pas dans le plan architectural initial de l'arbre. Par contre, les branches coupées offrent une plate-forme solide pour l'installation d'un gros nid comme ceux faits par les écureuils qui sont de potentiels prédateurs pour les œufs et les oisillons. Puisque la loi fédérale de 1994 sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs interdit tout dérangement causé à la faune aviaire, la présente étude documente les effets des travaux d'égavage sur la sélection des sites de nidification des oiseaux migrateurs en milieux urbains et péri-urbains. Un premier chapitre identifie au moyen d'une analyse de la composition des communautés aviaires les espèces et groupes d'espèces susceptibles d'être affectés par les activités d'égavage des arbres de rues au moyen d'inventaires par points d'écoute durant la période de nidification. On démontre que la présence des espèces migratrices augmente avec le couvert forestier et que l'espèce la plus susceptible d'être dérangée est le Merle d'Amérique puisqu'il installe son nid dans l'arbre à la hauteur de la zone de dégagement et qu'il est très présent en milieux urbains et résidentiels. Le deuxième chapitre permet de déterminer quels sont les facteurs qui influencent les oiseaux dans leur choix de site de nidification en comparant des nids retrouvés dans des arbres élagués à des arbres non élagués. Les résultats montrent que l'égavage n'a pas d'influence sur le choix du site de nidification et que la majorité des oiseaux migrateurs installent leur nid en périphérie de la couronne de l'arbre étant conséquemment très peu à risque d'être dérangés par les travaux d'égavage. Seuls les oiseaux construisant de grands nids ainsi que les écureuils ont tendance à utiliser la zone de dégagement, ce qui les met à risque lors de futures sessions d'égavages.

Mots-clés : Oiseau, nid, sélection du site de nidification, élagage, fils électriques, écureuil, réseau de distribution, densité du couvert végétal en milieu urbain.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les communautés aviaires et la végétation urbaine

En milieu urbain, plusieurs facteurs peuvent influencer la composition des communautés aviaires tant dans la distribution des espèces que dans l'abondance des individus (Chace et Walsh, 2006). Les collisions avec les structures anthropiques et les voitures (Loss *et al.*, 2014a, 2014b), les prédateurs urbains comme les chats (Loss *et al.*, 2013), la transmission de maladies due à la proximité des individus aux mangeoires (Robb *et al.*, 2008) et la pollution par le plomb (Roux et Marra, 2007) sont des éléments qui peuvent influencer négativement l'abondance des oiseaux. Certaines espèces développent des adaptations comme augmenter la tonalité de leur chant (Parris et Schneider, 2009) pour mieux se faire entendre et contrer la pollution par le bruit ou fuir les milieux urbains si leur chant est composé de basses fréquences (Proppe *et al.*, 2013; Clinton *et al.*, 2011). Cependant, d'autres espèces aviaires savent tirer profit des milieux urbains. Les déchets laissés à l'abandon par les humains (Brousseau *et al.*, 1996) aident la faune aviaire dans sa recherche de nourriture. Les mangeoires favorisent les granivores (Savard *et al.*, 2000; Fuller *et al.*, 2008) et aident certaines espèces à s'installer dans de nouvelles régions, comme le Cardinal rouge et le Roselin familial (Morneau *et al.*, 1999; Berteaux *et al.*, 2014). Les plantes ornementales avec des fruits permettent aux frugivores de mieux traverser l'hiver (Savard *et al.*, 2000).

La végétation que les oiseaux utilisent pour trouver gîte et nourriture est différente ou modifiée en milieux urbains (Blair, 2001), tant au niveau de sa densité que de sa structure (Rousseau *et al.*, 2015). Elle est maintenant fragmentée (Blair, 2001) et des végétaux exotiques sont plantés (Beissinger et Osborne, 1982; Local Action for Biodiversity, 2013) laissant peu de place aux espèces indigènes pour croître. De plus,

elle possède rarement toutes les strates qui favorisent une diversité animale qu'on peut retrouver en milieu naturel (Beissinger et Osborne, 1982).

La première cause de diminution de la biodiversité est la perte d'habitats (Bender *et al.*, 1998; Millenium Ecosystem Assessment Board, 2005). En ville, la réduction considérable du couvert forestier au profit des milieux ouverts, combinée aux changements des espèces végétales, a provoqué une altération chez la faune aviaire (Faeth *et al.*, 2011; Morneau *et al.*, 1999) qui est maintenant différente des communautés vivant à l'extérieur des milieux urbains (Blair, 2001; Emlen, 1974). En fait, plus on se rapproche des villes, plus les espèces aviaires indigènes disparaissent (Lancaster et Rees, 1979; McKinney, 2002) au profit d'espèces, souvent introduites, mieux adaptées aux milieux anthropiques (Lancaster et Rees, 1979; Beissinger et Osborne, 1982).

Une autre modification de l'habitat des oiseaux s'observe à l'échelle de l'arbre où l'architecture de celui-ci est transformée par des travaux d'élagage, qui consistent à retirer des branches dans le but de protéger le réseau de distribution domestique d'électricité (Hydro-Québec, 2015), dégager les voies de circulation ou assurer la sécurité des citoyens. En plus de retirer une partie de la cime de l'arbre et de modifier les sites de nidification potentiels, il y a une augmentation des risques de prises accessoires, qui consiste à détruire les nids et les œufs, de tuer, blesser et déranger un oiseau (ECCC, 2015), ou de provoquer tout autre dérangement lié au dégagement du couvert de protection des nids.

Lois fédérale et provinciale protégeant les oiseaux et leur nid

Après la disparition de plusieurs espèces aviaires au XIX^e siècle comme la Tourte voyageuse, l'Eider du Labrador et le Grand pingouin (COSEPAQ, 2014), plusieurs

pays ont pris conscience de l'importance de protéger les oiseaux et ont créé des lois assurant leur conservation, par exemple la Wildlife and Countryside Act 1981 (WCA) au Royaume Uni, la Loi sur la Conservation de la nature (LCN, 1973) en Belgique (en Wallonie) ou très récemment, le Code de l'environnement en France (Legifrance, 2016). Puisque les oiseaux sont vagiles et donc peu restreints dans leurs déplacements par les frontières géopolitiques, il devient nécessaire pour des pays limitrophes de s'associer et préserver la faune ailée tout au long de son cycle annuel, peu importe l'endroit fréquenté par celle-ci lors de ses nombreux déplacements. C'est dans cet esprit qu'est né le regroupement des États-Unis, du Canada, du Mexique, des Antilles et de l'Amérique central pour former « Partenaires d'Envol » (Rich, 2008). Au Canada, ce partenariat s'est traduit par la Loi de 1994 sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (LCOM, MJC, 2010), adoptée en 1917 puis mise à jour en 1994 et en 2005. À l'époque, cette loi avait essentiellement pour but de réglementer la chasse abusive qui a mené, entre autres, à la disparition de la Tourte voyageuse en 1914 (Pollock, 2003). Aujourd'hui, elle protège la faune aviaire migratrice lors de toutes activités exécutées sur le terrain. Les travaux d'entretien de la végétation, peuvent entraîner la perturbation ou la destruction accidentelle de nids, d'œufs ou d'oisillons en plus de modifier la structure de l'arbre et sont visés par la LCOM.

L'arbre et le réseau de distribution domestique

En milieu urbain au Québec, Hydro-Québec détient un réseau de distribution aérien qui s'étend sur 97 000 km (Hydro-Québec, 2016a). À l'intérieur des municipalités, la bande de terrain disponible aux citoyens pour installer un arbre ornemental est souvent très étroite et oblige les fils électriques à cohabiter avec la végétation en traversant la cime des arbres où des branches peuvent toucher aux fils. Cette proximité cause à Montréal environ 11% des pannes de courant (Hydro-Québec, 2010). Pour éviter d'endommager son réseau de distribution et assurer la sécurité des

citoyens, Hydro-Québec procède à tous les trois à six ans (Hydro-Québec, 2016b) à un élagage préventif de la végétation près des fils électriques et des équipements associés (Hydro-Québec, 2015). Ces travaux consistent à supprimer partiellement ou complètement des branches afin de provoquer la formation de fourches et dégager les fils.

Ayant perdu une partie de sa cime lors de l'élagage, l'arbre crée des rejets principalement sous la blessure. Ces branches poussant à la verticale pour chercher un maximum de lumière et reprendre la photosynthèse, ne font pas partie de l'architecture normale de l'arbre et intensifient la désorganisation de sa structure (Millet, 2012).

Objectifs de l'étude

L'influence d'une architecture d'arbre modifiée par l'élagage sur la sélection des sites de nidification par les oiseaux ou sur l'ampleur des prises accessoires demeure peu connue. À notre connaissance, les seules études qui ont documenté le risque de prises accessoires ont été réalisées par la firme AECOM (2010 et 2012) à la demande d'Hydro-Québec.

Notre étude comporte deux volets. Le premier volet détermine comment la composition des communautés aviaires en milieu urbain varie en fonction d'un gradient de densité de végétation retrouvé dans les différents quartiers de la région de Montréal. Nous évaluons si le couvert forestier permet de prévoir les quartiers où les risques de nuire aux oiseaux migrateurs sont plus élevés, en raison d'une présence accrue d'oiseaux, en particulier les nicheurs arboricoles.

Le deuxième volet évalue comment la sélection des sites de nidification des oiseaux est affectée par l'élagage. Nous mesurons si la modification de l'architecture de l'arbre causée par l'élagage, influence les oiseaux dans leur choix d'arbre ou encore d'emplacement du nid dans l'arbre. Nous vérifions aussi si l'écureuil, un prédateur potentiel des œufs et des oisillons, est influencé par cette architecture modifiée de l'arbre dans la construction de ses nids.

CHAPITRE I

STRUCTURE ET COMPOSITION DES COMMUNAUTÉS AVIAIRES EN MILIEU URBAIN

1.1. Introduction

La flore urbaine, que les oiseaux utilisent pour se nourrir ou trouver un gîte, a été modifiée et fragmentée. Les villes sont devenues une mosaïque de végétation (Bolund et Hunhammar, 1999). Les parcs urbains constitués d'un couvert forestier plus dense côtoient des quartiers résidentiels où les arbres de rues sont très espacés, le tout formant ainsi un gradient du couvert végétal.

Les oiseaux se sont adaptés différemment aux changements de densité de la végétation de sorte que la richesse en espèces change en fonction du gradient de végétation (Rolando *et al.*, 1997; Blair, 1996). Les quartiers qui ont un couvert végétal plus dense comptent un nombre plus élevé d'espèces d'oiseaux, à l'opposé des milieux fortement urbanisés (Savard *et al.*, 2000). De plus, la composition des communautés aviaires change selon les quartiers (Leveau, 2014). Les quartiers très urbanisés sont souvent constitués d'espèces aviaires introduites (Pigeon biset, Moineau domestique, Étourneau sansonnet) qui ont su tirer profit de la présence humaine (Lancaster et Rees, 1979; Beissinger et Osborne, 1982) pour augmenter en nombre, au détriment d'une faible richesse spécifique en espèces indigènes (Emlen, 1974; Beissinger et Osborne, 1982; McKinney, 2002). De plus, ces mêmes quartiers abritent un plus grand nombre d'espèces granivores, mais peu d'insectivores (Leveau, 2014) et les espèces nichant au sol se font rares (Leveau, 2014). Un plus grand nombre d'espèces migratrices occupent les quartiers avec une forte densité de

végétation que ceux qui sont moins denses (McKinney, 2006; Stratford et Robinson, 2005), et les secteurs constitués majoritairement d'espèces végétales indigènes sont fréquentés par une plus grande quantité d'espèces aviaires indigènes que les secteurs abritant des plantes exotiques (Mills *et al.*, 1989; Reis *et al.*, 2012; Parker *et al.*, 2014).

Finalement, la végétation urbaine est modifiée même à l'échelle des arbres individuels. Pour protéger leur réseau de distribution, les entreprises d'électricité doivent procéder périodiquement à un élagage des arbres qui consiste à couper des branches pour assurer un dégagement des fils de 2 m horizontalement et de 3.5 m verticalement autour des lignes de moyenne tension (Hydro-Québec, 2015). Cette coupe entraîne une réponse physiologique de l'arbre consistant à une forte production des rejets, c'est-à-dire des branches poussant à la verticale, dans le but de rechercher la lumière et reprendre la photosynthèse, tout en refermant la cime (Millet, 2012). L'élagage modifie donc l'architecture des arbres, ce qui procure un stress supplémentaires aux oiseaux, surtout si ces travaux sont effectués durant la période de nidification. En dehors de cette période, l'oiseau migrateur, de retour au printemps, voit des arbres ayant perdu une partie de leur cime qui pourrait influencer son choix de site de nidification.

Au Canada, la loi fédérale de 1994 basée sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (LCOM, MJC, 2010) stipule « qu'il est interdit de déranger, de détruire ou de prendre un nid (...) ou un œuf d'un oiseau migrateur (...) à moins d'être le titulaire d'un permis délivré à cette fin » (Article 6, MJC, 2014). Ceci inclut les prises accessoires qui consistent à détruire un nid ou les œufs, même par inadvertance (ECCC, 2015). Au Québec, la Loi sur la Conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF) prévoit que « Nul ne peut déranger, détruire ou endommager (...) les œufs, le nid ou la tanière d'un animal. » (Article 26, Gouvernement du Québec, 2002). De portée plus large, cette loi touche toutes les espèces d'oiseaux.

La gestion des oiseaux migrateurs en milieu urbain, notamment les espèces arboricoles, représente un défi en raison des activités récurrentes d'élagage de la végétation située à proximité des fils électriques qui peuvent contrevenir à la Loi. Il est important de bien comprendre la composition des communautés aviaires pour déterminer dans quels quartiers les risques de dérangement des oiseaux migrateurs par ces travaux sont les plus élevés pendant la saison de nidification. Si certaines études sur la composition des communautés aviaires ont comparé des milieux urbains avec des milieux naturels (Beissinger, 1982) ou ont porté leur attention sur les espaces semi-naturels et naturels en milieu urbain (Kang *et al.*, 2015), peu d'entre elles ont couvert un gradient de végétation sur leur territoire d'étude, permettant de comparer des quartiers urbains de différentes densités de végétation quant à la distribution des oiseaux migrateurs.

Nous émettons l'hypothèse que les quartiers où le couvert végétal est dense ont une probabilité plus élevée d'abriter un plus grand nombre d'oiseaux migrateurs susceptibles d'être affectés par l'élagage des arbres de rue en raison d'une meilleure représentation de ces espèces dans la composition des communautés aviaires en milieu urbain. Plus spécifiquement nous prévoyons :

- 1) Que les communautés d'oiseaux verront leur composition s'enrichir en espèces dans les quartiers où la densité de la végétation est plus élevée par rapport à ceux qui sont plus urbanisés avec un faible couvert végétal.
- 2) Qu'un nombre plus élevé d'espèces introduites devrait être observé dans les quartiers à faible couvert de végétation.
- 3) Que le nombre et la proportion des espèces migratrices seront plus importants dans les quartiers au fur et à mesure que le couvert végétal se densifie.

1.2. Méthodologie

1.2.1. Aire d'étude

L'échantillonnage a été mené en milieu urbain et péri-urbain. Le territoire à l'étude comprend l'île de Montréal, l'île Jésus et les villes de Rosemère et de Ste-Thérèse dans les Basses-Laurentides (N45°23'58 à N45°41'24, W73°58'35 à W73°28'46).

Située au confluent du fleuve St-Laurent et de la rivière des Outaouais, la ville de Montréal occupe principalement la plus grande île de l'archipel Hochelaga (CTQ, 2014). Localisée dans le domaine bioclimatique de l'érablière à caryer cordiforme (MRN, 2014) et profitant d'un des climats les plus doux au Québec, l'île abrite plusieurs espèces animales et végétales se retrouvant au nord de leur aire de répartition, ce qui donne à la région une bonne biodiversité (Local Action for Biodiversity, 2013).

Le territoire montréalais se compose d'une mosaïque de milieux, dont le couvert arborescent occupe 20% de la superficie de l'île (Beaulieu *et al.*, 2010). Le patrimoine arboricole est constitué de 1,2 millions d'arbres, dont environ 230 000 se retrouvent le long des rues. Les principales essences de l'ensemble des arbres sont l'érable de Norvège (*Acer platanoides*), l'érable argenté (*Acer saccharinum*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), le frêne de Pennsylvanie (*Fraxinus pennsylvanica*), le frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*), le tilleul d'Amérique (*Tilia americana*), le tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*), le févier épineux (*Gleditsia triacanthos*), l'orme de Sibérie (*Ulmus pumila*) et le micocoulier occidental (*Celtis occidentalis*, Local Action for Biodiversity, 2013). La faune aviaire a aussi accès à 24 grands parcs et 1270 parcs locaux dominés par l'érable argenté, l'érable à sucre (*Acer saccharum*) et le chêne rouge (*Quercus rubra*, Morneau *et al.*, 1999).

La deuxième plus grande île du même archipel, l'Île Jésus, abrite Ville de Laval. Le territoire est composé de 30% de milieux agricoles (Ville de Laval, 2009), de 12,2% de couverts forestiers (G. Lepage¹, comm. pers.) et de 4,3% de milieux humides (Beaulieu *et al.*, 2010). Les espèces d'arbres les plus couramment retrouvées dans les rues sont le févier épineux, le frêne d'Amérique, le tilleul d'Amérique, le lilas japonais (*Syringa reticulata*), l'érable argenté et l'érable de Norvège (J. Jetté², comm. pers.).

La région des basses Laurentides fait partie du domaine de l'érablière à caryer cordiforme avec un relief généralement plat (MRNF, 2006). Elle ne contient aucun plan d'eau majeur malgré qu'elle soit limitée au sud par la rivière des Outaouais, le lac des Deux-Montagnes et la rivière des Mille Îles. Le sol est propice à l'agriculture et son climat clément lui permet d'obtenir une flore diversifiée (MRNF, 2005). Cependant, l'urbanisation et l'agriculture exercent une pression importante sur la végétation naturelle (MRNF, 2006).

1.2.2. Sélection des quartiers

Les quartiers ont été choisis pour couvrir un gradient de densité du couvert arborescent. Cette densité a été calculée au moyen du logiciel ArcGIS à partir d'images satellitaires datées de juin 2001 et d'une couche provenant du Landsat Vegetation Continuous Fields (VCF) tree cover (Université du Maryland et NASA, 2001) qui permet d'estimer le pourcentage de canopée projetée au sol par des arbres de plus de 5 m de hauteur dans des pixels de 30 m. Le territoire caractérisé correspondait à l'agglomération des rues d'un même quartier satisfaisant nos critères

¹ Geneviève Lepage, Coordonnatrice de projets spéciaux, Action Environnement, Service de l'environnement, Ville de Laval.

² Janie Jetté, Chargée de projet, Division espaces verts, Service des travaux publics, Ville de Laval.

de sélection (voir la section « Critère de sélection des rues ») bordé d'une bande de 100 m de part et d'autre des rues sélectionnées.

Les quartiers ont été subdivisés en trois catégories en fonction du pourcentage de leur couvert arborescent, soit de faible densité (0 à 7,5% avec une moyenne de 4,70%, Tableau 1.1), de moyenne densité (7,5 à 20% avec une moyenne de 11,4%) et de forte densité (plus de 20% avec une moyenne de 30,93%). Cette dernière catégorie correspond aux quartiers se retrouvant dans un milieu plutôt forestier comme Senneville et l'Ile Bizard. Les catégories de faible et de moyenne densité de végétation ont été échantillonnées en fonction d'un effort semblable de kilométrage de rues (Tableau 1.1).

Tableau 1.1. Classement des quartiers selon le pourcentage du couvert arborescent calculé à partir de parcelles de 30 m x 30 m.

Quartiers	Moyenne du recouvrement de la canopée (%) \pm écart type (min.-max.)	Nombre de parcelles
Faible densité de végétation (0-7,5%)		
Côte-des-Neiges	7,1 \pm 4,9 (0-44)	1487
Duvernay	6,4 \pm 4,7 (0-32)	1499
Hochelaga	3,5 \pm 4,3 (0-69)	2344
Montréal-Nord	5,8 \pm 5,6 (0-64)	2106
Pointe-aux-Trembles	6,1 \pm 4,3 (0-35)	2115
Rosemont	3,1 \pm 3,5 (0-18)	2186
Ste-Thérèse	3,2 \pm 3,6 (0-15)	533
St-Michel	2,4 \pm 4,9 (0-77)	1071
Moyenne du recouvrement de la canopée de 7,6 à 16,7%		
Ahuntsic	10,9 \pm 6,3 (0-66)	624
Bout-de-l'Île	7,6 \pm 8,5 (0-70)	915
Cartierville	9,6 \pm 7,2 (0-67)	1166
Chomedey	7,6 \pm 9,2 (0-74)	1386
Fabreville	13,4 \pm 16,0 (0-79)	1786
Lachine	9,7 \pm 7,1 (0-58)	1505
Pierrefonds	11,9 \pm 9,3 (0-71)	1588
Rosemère	18,3 \pm 17,6 (0-81)	667
St-Laurent	8,3 \pm 6,6 (0-75)	2346
Ville Mont-Royal	16,7 \pm 13,0 (0-70)	374
Forte densité de végétation (>20%)		
Ile Bizard	24,7 \pm 23,2 (0-82)	3029
Senneville	37,2 \pm 25,8 (0-81)	954

1.2.3. Sélection des rues

Les rues, provenant des quartiers sélectionnés (Figure 1.1), ont également été choisies en fonction du nombre d'années depuis la dernière session d'élagage réalisée par Hydro-Québec. Elles ont été séparées en deux catégories selon leur historique

d'élagage, soit de 0-1 an et de 2 ans et plus après l'élagage. Les informations sur la chronologie d'élagage ont été fournies par Hydro-Québec.



Figure 1.1. Aire d'étude : Répartition des rues et quartiers choisis pour l'étude. Rouge : quartiers de faible densité de végétation. Bleu : quartiers de moyenne densité de végétation. Vert : quartiers de forte densité de végétation.

1.2.4. Dénombrement des oiseaux

Pour déterminer la composition des communautés d'oiseaux urbains, nous avons fait un inventaire aviaire en utilisant la méthode des points d'écoute à rayon fixe (Bibby *et al.*, 1992). L'inventaire a été effectué de la mi-mai jusqu'à la fin juin 2013 et 2014, ce qui correspond à la période de reproduction de la plupart des oiseaux, notamment les espèces migratrices (Morneau *et al.*, 1999). Les oiseaux ont été dénombrés à raison de deux périodes de cinq minutes par visite (Ralph *et al.*, 1995) entre 30 minutes avant le lever du soleil (Drapeau *et al.*, 1999) et 4 h plus tard (Ralph *et al.*, 1993). Dès son arrivée (Bibby *et al.*, 1992), l'observateur notait tous les oiseaux vus

et entendus à l'intérieur d'un rayon de 50 m (Ralph *et al.*, 1995). Aucun appel (repassé de chant) n'a été utilisé.

Les stations d'écoute, localisées en bordure des rues, étaient espacées d'au moins 250 mètres. Chacune d'elle a été visitée deux fois au cours de la période de reproduction, à des heures différentes, permettant de détecter les espèces nichant plus tôt et plus tard durant la saison de reproduction (Drapeau *et al.*, 1999). Puisque les oiseaux sont moins actifs par mauvais temps et pour réduire le plus possible les bruits ambiants (Bibby et Burgess, 2000) l'écoute s'est effectuée lors de journées sans précipitations, avec peu ou pas de vent (moins de 8 km/h).

De nouveaux secteurs ont été ajoutés lors de la deuxième année du projet. Les stations pour ces secteurs ont été visitées deux fois pendant l'été. De plus, une visite supplémentaire a été effectuée aux stations qui avaient été échantillonnées la première année. Au total, les oiseaux ont été dénombrés dans 419 stations d'échantillonnage.

1.2.5. Mesure du couvert végétal

La densité du couvert végétal a été mesurée dans un rayon de 100 m centré sur chaque station d'écoute au moyen de la même approche que l'analyse des images satellitaires utilisée pour la sélection des quartiers. Cette variable a été utilisée lors des analyses en composantes principales permettant de placer les stations en fonction d'un gradient de végétation.

1.2.6. Espèces susceptibles d'être dérangées

De toutes les espèces observées sur le territoire échantillonné lors des inventaires, certaines sont plus susceptibles d'être dérangées par l'élagage des arbres. Selon le plus récent Atlas des Oiseaux Nicheurs du Québec (Association québécoise des groupes d'ornithologues *et al.*, 2015), 265 espèces nichent sur le territoire Québécois, dont 114 sur l'Île de Montréal et 98 sur l'Île Jésus. Trente-trois (33) espèces arboricoles nichent sur le territoire à l'étude dont 27 sont migratrices (Association québécoise des groupes d'ornithologues *et al.*, 2015). Si on retire celles qu'on voit rarement dans les quartiers résidentiels ainsi que celles nichant dans des cavités, il reste dix espèces. Puisque les conifères sont moins souvent installés dans l'emprise du réseau et qu'ils ont des branches plus courtes (AECOM Consultants Inc., 2010), ils interfèrent peu avec le réseau électrique. On peut donc retirer de la liste le Roselin familier qui niche surtout dans ce type d'arbres. Il ne reste que neuf espèces susceptibles d'être affectées par l'élagage, soit le Viréo mélodieux (*Vireo gilvus*), le Jaseur d'Amérique (*Bombycilla cedrorum*), l'Oriole de Baltimore (*Icterus galbula*), le Chardonneret jaune (*Spinus tristis*), la Tourterelle triste (*Zenaida macroura*), le Merle d'Amérique, le Geai bleu (*Cyanocitta cristata*), le Quiscale bronzé (*Quiscalus quiscula*) et la Corneille d'Amérique. De cette liste, seuls le Geai bleu, la Corneille d'Amérique et le Quiscale bronzé ne sont pas protégés par la Loi concernant la Convention sur les oiseaux migrateurs.

1.2.7. Analyses statistiques

Pour évaluer notre première prévision quant aux variations globales de la composition des communautés d'oiseaux sur l'ensemble des rues échantillonnées, nous avons utilisé des méthodes d'analyses multidimensionnelles d'ordinations (Abdi et Williams, 2010). Ces analyses permettent de déterminer la similarité entre les stations

d'échantillonnage quant à leur composition en espèces d'oiseaux et d'identifier les espèces les plus associées à ces patrons de variation de la composition de nos communautés aviaires en milieu urbain. La méthode choisie est celle d'analyse en composantes principales (ACP). Elle utilise la distance euclidienne ce qui la rend sensible aux doubles zéros généralement rencontrés dans les matrices de données écologiques d'inventaire d'espèces (Legendre et Legendre, 2010). Pour tenir compte de cet aspect, une transformation de Hellinger a été nécessaire (Legendre et Gallagher, 2001) permettant, par le fait même, de réduire le poids des espèces rares.

Une première ordination de l'ACP présente la similarité dans la composition aviaire des stations. Une ellipse centrée autour du centroïde des stations de chaque type de quartier permet de représenter l'emplacement de 67% des stations retrouvées à l'intérieur d'une mesure d'écart-type du centroïde des stations d'un type donné de quartier (faible, moyenne et forte densité de végétation). Une deuxième représentation de l'ACP illustre l'organisation des espèces en fonction de leurs affinités pour la densité du couvert de végétation.

Pour déterminer la réponse des espèces introduites au changement du couvert végétal (prévision 2), le nombre moyen d'individus des espèces par station a été utilisé pour faire une régression simple, et une analyse ANOVA à un critère de classification suivi d'un test *a posteriori* de Tukey a permis de comparer les résultats dans chaque type de quartier.

Pour déterminer les réponses des espèces migratrices au changement du couvert de végétation (prévision 3), nous avons regroupé les espèces selon certains critères écologiques. Le premier regroupement fut basé sur le statut migratoire des espèces : (1) les migrateurs néotropicaux qui passent l'hiver aux latitudes tropicales, (2) les migrateurs de courte distance qui se rendent aux États-Unis et (3) les résidents qui restent toute l'année à nos latitudes. Une ANOVA à un critère de classification (le

type de végétation avec la richesse, et dans un deuxième cas, avec l'abondance) a été effectuée sur les 3 types de densité de couvert végétal. Un test de Tukey (Sokal et Rohlf, 1981) a permis de comparer les richesses et les abondances moyennes des espèces retrouvées dans les différents types de quartier. La signification statistique des tests a été retenue au seuil de $p < 0,05$.

La même démarche a été reprise en regroupant, cette fois-ci, les oiseaux migrateurs (néotropicaux et de courte distance) en fonction de leur substrat de nidification : (1) les arbres, (2) les arbustes et au sol, et (3) les cavités dans les arbres.

Les analyses ont été effectuées sur le nombre moyen d'individus observés par espèce pour l'ensemble des périodes d'écoute (Betts *et al.*, 2005).

Des 93 espèces d'oiseaux détectées lors des inventaires, certaines ont été retirées de la liste pour ne conserver que les espèces les plus susceptibles de composer la communauté nicheuse du territoire à l'étude (Annexe A et B). Parmi les espèces soustraites, on retrouve les oiseaux de passage, vus en vol seulement, représentés par huit espèces. Ensuite, nous avons retiré les dix espèces qui, selon l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Association québécoise des groupes d'ornithologues *et al.*, 2015), sont connues pour ne pas nicher dans la région de Montréal. Puisque nous travaillons dans des quartiers résidentiels, nous n'avons pas considéré les espèces aquatiques, les oiseaux limicoles ainsi que les oiseaux des marais qui ont été observés à partir de stations se trouvant à proximité d'un plan d'eau et qui ne peuvent être affectées par l'élagage des arbres situés dans les rues résidentielles (7 espèces). Nous avons également retranché les espèces observées dans moins de 3% des stations nous assurant ainsi de ne pas incorporer des espèces en migration (37 espèces). De la liste de départ, il n'est donc resté que 28 espèces pour lesquelles les analyses ont été menées (Annexe C).

1.3. Résultats

1.3.1. Composition des communautés

Trente-huit pour cent de la variation de la composition des communautés en espèces est résumée dans les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales (ACP, Figure 1.2). L'emplacement des stations traduit clairement un gradient dans la composition des communautés d'oiseaux en fonction de la densité de la végétation s'étendant de gauche à droite du premier axe, des quartiers dont le couvert végétal est peu dense aux quartiers denses. La taille des ellipses montre une plus grande variabilité de la composition des communautés d'oiseaux entre les stations des quartiers à faible et moyenne densité de végétation, alors que les quartiers à forte densité de végétation ont une composition plus homogène de leurs communautés (l'ellipse est de plus petite taille) par rapport aux deux autres types de quartiers. Par ailleurs, le fort chevauchement entre les ellipses des quartiers de faible et moyenne densité du couvert indique une variabilité plus forte de la composition en espèces des assemblages d'oiseaux dans ces quartiers.

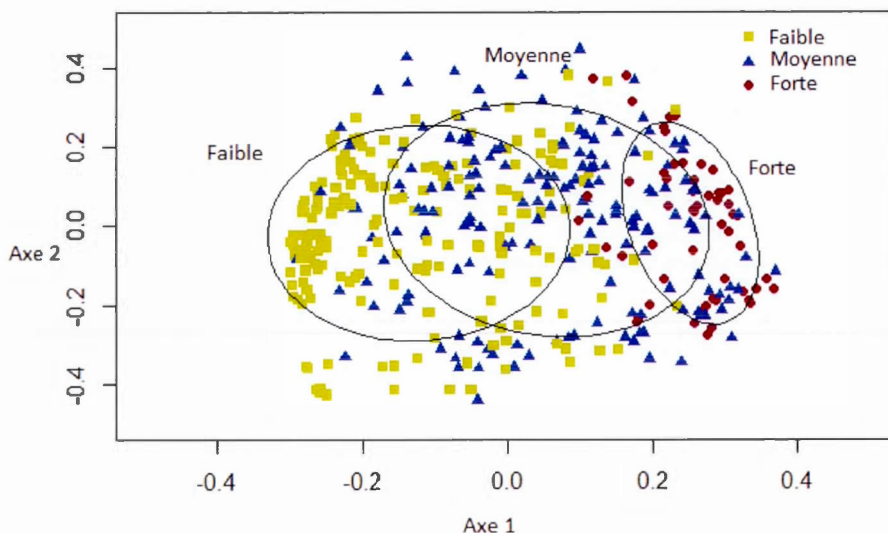


Figure 1.2. Ordination des 419 stations d'échantillonnage obtenue à partir d'une analyse en composante principale (ACP) de la composition des espèces des communautés d'oiseaux dans trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation, soit faible, moyenne et forte densité. Une ellipse représente 67% de la concentration des stations.

1.3.2. Distribution des espèces

L'inventaire par points d'écoute a montré que le nombre moyen d'espèces par station dans les trois types de quartiers augmente significativement avec le couvert forestier, passant de 5,7 espèces à 6,5 et 10,0 pour les quartiers de faible, moyenne et forte densité de végétation respectivement (Figure 1.3). Pour l'abondance des individus, les quartiers à faible et à moyenne densité de végétation présentent un nombre similaire d'espèces (12,0 et 11,7 individus/station respectivement) alors qu'il y a une augmentation significative pour les quartiers à forte densité de végétation (17,3 individus/station).

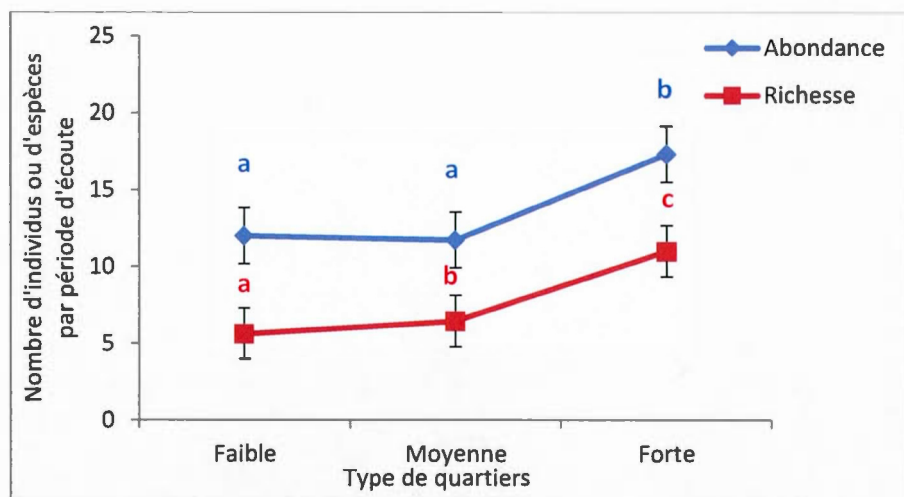
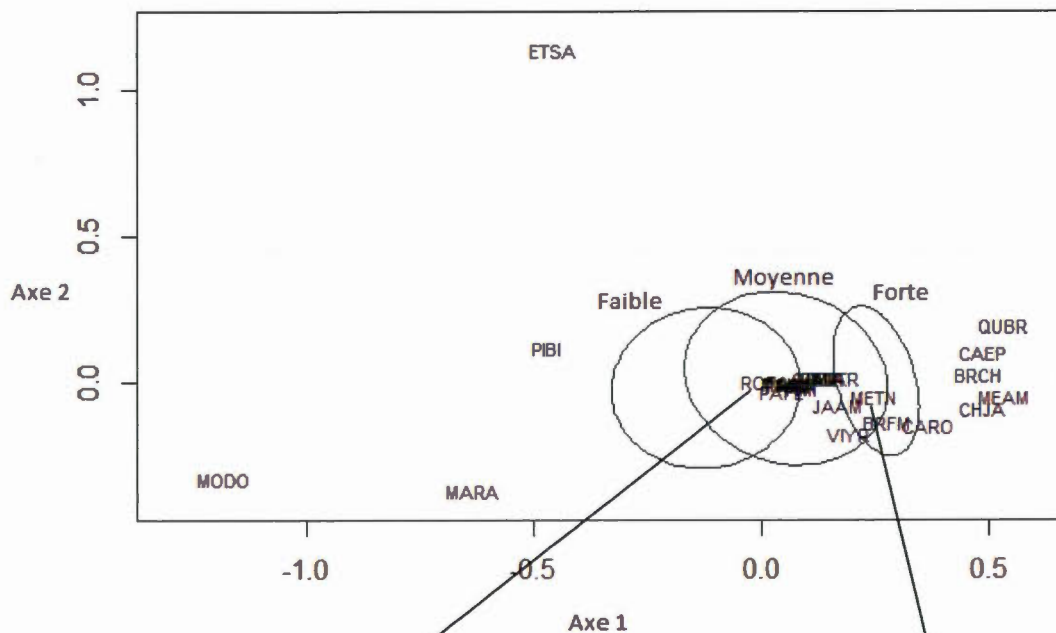


Figure 1.3. Richesse et abondance moyennes observées par station d'écoute dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation (Quartiers à faible densité de végétation $n = 192$ stations ; moyenne densité $n = 170$; et forte densité $n = 56$). Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis de comparer les résultats des types de quartiers pour la richesse et l'abondance moyennes. Les différences significatives sont représentées par des lettres différentes.

L'ordination des espèces (Figure 1.4) distribue les oiseaux sur le premier axe en fonction de leur présence dans les stations dont le couvert végétal varie en densité. Ainsi, les espèces à l'extrême gauche de l'axe 1 sont associées à des quartiers fortement urbanisés et peu denses quant à la couverture végétale. On y retrouve le Moineau domestique, le Martinet ramoneur, le Pigeon biset et l'Étourneau sansonnet. Les espèces positionnées à l'extrême droite de l'axe 1 du plan d'ordination sont associées à des quartiers à forte densité de végétation. On y retrouve le Quiscale bronzé, le Carouge à épaulettes, le Bruant chanteur, le Merle d'Amérique et le Chardonneret jaune.

a)



b)

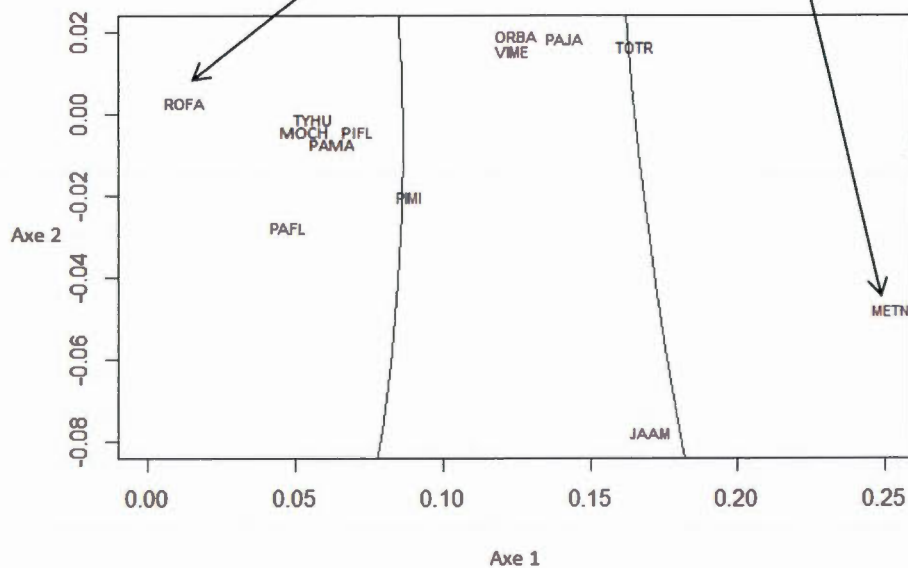


Figure 1.4. Ordination des espèces d'oiseaux sur les deux premiers axes de l'analyse en composante principale (ACP) avec une ellipse démontrant 67% de la concentration des stations d'écoute dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation (a) ainsi qu'un agrandissement de la partie centrale (b). La définition des acronymes se retrouve en annexe C.

La partie centrale de la Figure 1.4 montre les espèces que l'on retrouve dans des milieux à moyenne densité de végétation. Les espèces les plus à gauche, comme le Roselin familial, font aussi partie de l'ellipse des quartiers à faible densité de végétation et sont associées à ces deux types de quartiers. Les espèces de droite, comme la Mésange à tête noire, se retrouvent dans les quartiers à moyenne et à forte densité de végétation. Les espèces du centre comme l'Oriole de Baltimore, sont surtout associées aux quartiers à moyenne densité de végétation.

L'Étourneau sansonnet est l'espèce ayant la plus forte fréquence d'occurrence pour l'ensemble des stations échantillonnées sur le terrain (Annexe A). Il a été observé dans 78% des stations et est suivi de près par le Moineau domestique (75% des stations) et le Merle d'Amérique (67% des stations).

Pour l'abondance moyenne des espèces sur l'ensemble du territoire, les étourneaux et les moineaux demeurent les plus abondants avec en moyenne 2,1 oiseaux détectés par station, suivi du Merle d'Amérique avec 1,0 individu et du Martinet ramoneur, du Quiscale bronzé et du Pigeon biset, avec autour de 0,8 oiseau par station (Annexe A).

1.3.3. Distribution des espèces introduites et indigènes

Parmi les 28 espèces retenues dans notre étude, 24 sont des espèces indigènes et quatre ont été introduites. Ces quatre espèces, soient le Moineau domestique, le Pigeon biset, l'Étourneau sansonnet et le Roselin familial (Annexe A), se retrouvent dans les trois types de quartiers. Cependant les deux dernières espèces sont présentes dans des proportions semblables d'un quartier à l'autre, alors que le Moineau domestique et le Pigeon biset chutent considérablement dans les quartiers à forte densité de végétation. Ceci se reflète dans l'abondance moyenne du groupe qui passe de 2,67 individus par station dans les quartiers à faible densité de végétation vers 0,55

individus par station dans les quartiers à forte densité de végétation (Figure 1.5). Bien que les espèces introduites ne soient qu'au nombre de quatre, leur proportion dépasse significativement (58%) le groupe des espèces indigènes (42%) dans les quartiers à faible densité de végétation, alors que l'inverse se produit dans les quartiers à forte densité de végétation (12% pour les espèces introduites contre 88% pour les espèces indigènes, Figure 1.6). Les espèces indigènes qui augmentent leur abondance moyenne avec l'augmentation du couvert forestier (de 0,25 individu pour les quartiers à faible densité de végétation à 0,62 pour les quartiers à forte densité de végétation) sont significativement différentes des espèces introduites dans les quartiers à faible densité de végétation, alors que la différence est non significative dans les quartiers à forte densité de végétation (Figure 1.5). D'ailleurs, les espèces indigènes ont toutes été observées dans les quartiers à moyenne et forte densité de végétation, mais quatre parmi celles-ci sont absentes des quartiers à faible couvert végétal, soient le Vacher à tête brune, l'Oriole de Baltimore, le Moqueur chat et le Tyran huppé (Annexe A).

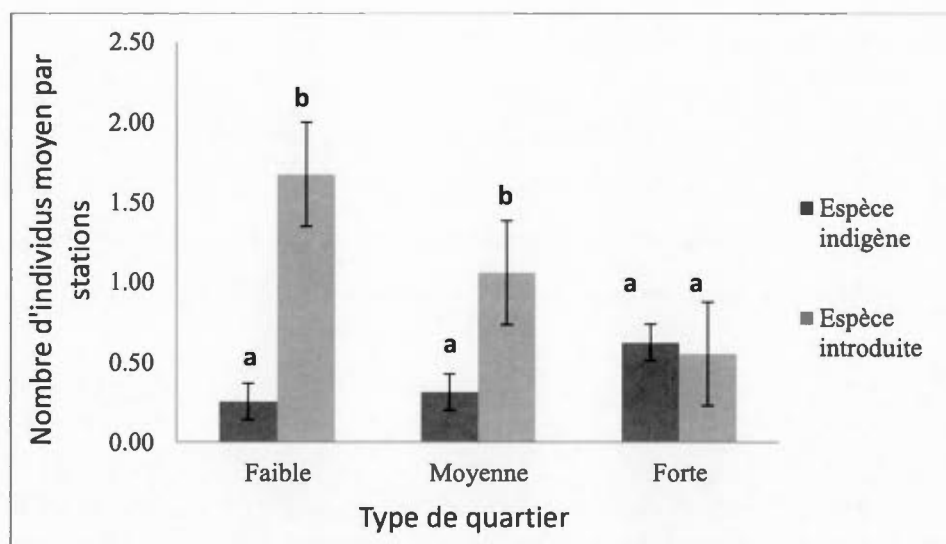


Figure 1.5. Nombre d'individus moyen par stations des espèces indigènes et introduites dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation. Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis comparer les résultats des deux groupes dans chacun des types de quartiers. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont représentées par des lettres différentes.

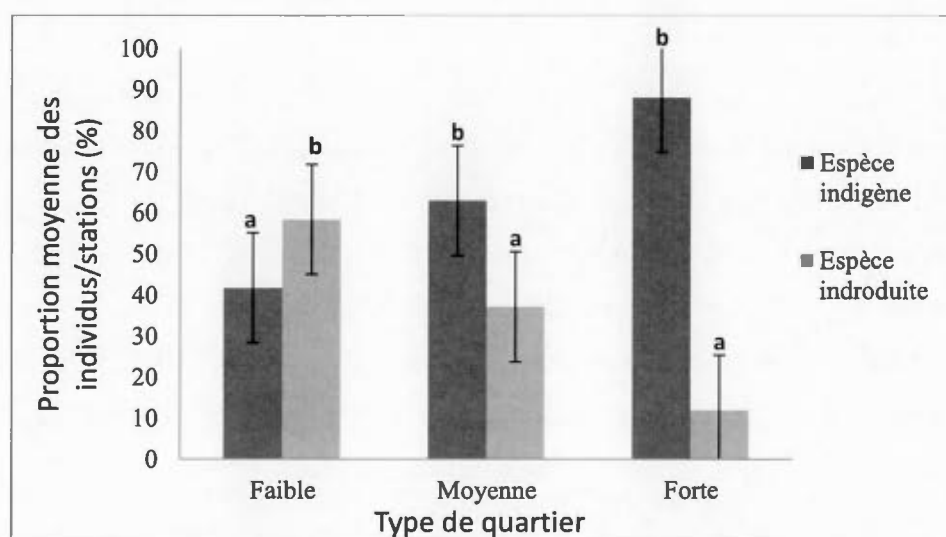


Figure 1.6. Proportion moyenne en individus détectés (%) par station pour les groupes d'espèces indigènes et introduites dans les trois types de quartiers déterminés selon leur densité de végétation. Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis comparer les résultats des deux groupes dans chacun des types de quartiers. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont représentées par des lettres différentes.

1.3.4. Distribution des espèces selon leur statut migratoire

Pour l'ensemble des oiseaux migrants, il y a une progression dans la richesse ainsi que dans l'abondance des individus avec l'augmentation du couvert végétal (Figure 1.7). Les oiseaux protégés par la loi (les migrants néotropicaux et de courte distance) se retrouvent donc en plus grand nombre dans les quartiers à forte densité de végétation.

Chez les migrants néotropicaux, le nombre d'espèces ainsi que l'abondance des individus n'est pas significativement différent entre les milieux à faible et moyenne densité de végétation (Figure 1.7). Cependant, il y a une augmentation significative dans les quartiers à forte densité de végétation.

Pour les migrants de courte distance, on retrouve une augmentation significative du nombre d'espèces observées ainsi que l'abondance des individus avec l'augmentation de la densité de la végétation.

Dans le cas des oiseaux résidents, il n'y a pas de changement significatif dans le nombre d'espèces observées aux stations d'écoute, et il s'agit du seul groupe d'oiseaux où l'on voit une diminution significative du nombre d'individus avec l'augmentation de la densité de végétation entre les quartiers à faible et moyenne densité de couvert. On retrouve aussi une tendance vers la diminution de l'abondance dans les quartiers à forte densité de végétation, mais cette baisse est non significative.

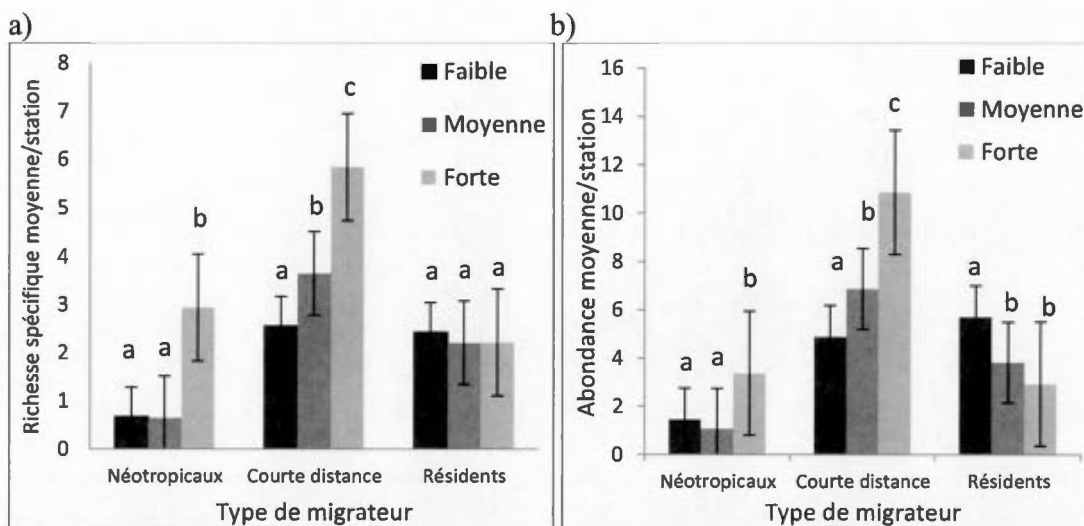


Figure 1.7. Richesse (a) et abondance (b) moyenne par stations des oiseaux observés lors des inventaires en fonction de leur statut migratoire dans les quartiers à faible, moyenne et forte densité de végétation. Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis de comparer les résultats des différents types de quartier pour chaque groupe. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont représentées par des lettres différentes.

1.3.5. Distribution des oiseaux migrateurs selon leur substrat de nidification

Chez les migrateurs (néotropicaux et de courte distance), pour l'ensemble de notre aire d'étude, le nombre moyen d'espèces et le nombre moyen d'individus détectés sont significativement plus élevés chez les nicheurs arboricoles que chez les espèces nichant au sol, dans les arbustes ou dans les cavités (Figure 1.8).

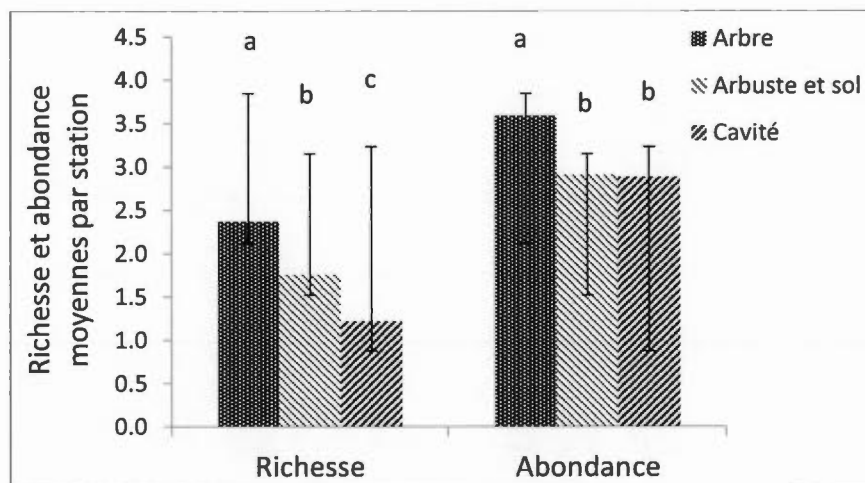


Figure 1.8. Richesse et abondance moyennes par station des nicheurs migrateurs sur l'ensemble du territoire échantillonné selon le substrat de nidification. Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis de comparer les paramètres de richesse et d'abondance des groupes d'espèces en fonction de leur substrat de nidification. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont représentées par des lettres différentes.

De plus, lorsqu'on analyse ces résultats en fonction de la densité du couvert végétal dans les quartiers échantillonnés, le nombre d'espèces et d'individus augmentent significativement avec la densité de végétation tant pour les nicheurs arboricoles que pour les oiseaux qui installent leur nid dans un arbuste ou au sol (Figure 1.9). De leur côté, les oiseaux nicheurs de cavités varient significativement en nombre d'espèces entre les quartiers à faible et moyenne densité de végétation, alors que les quartiers à forte densité n'ont pas un nombre d'espèces significativement différent par rapport aux deux autres types de quartiers. Dans le cas de l'abondance, le nombre d'individus nicheurs de cavités ne varie pas significativement d'un quartier à l'autre.

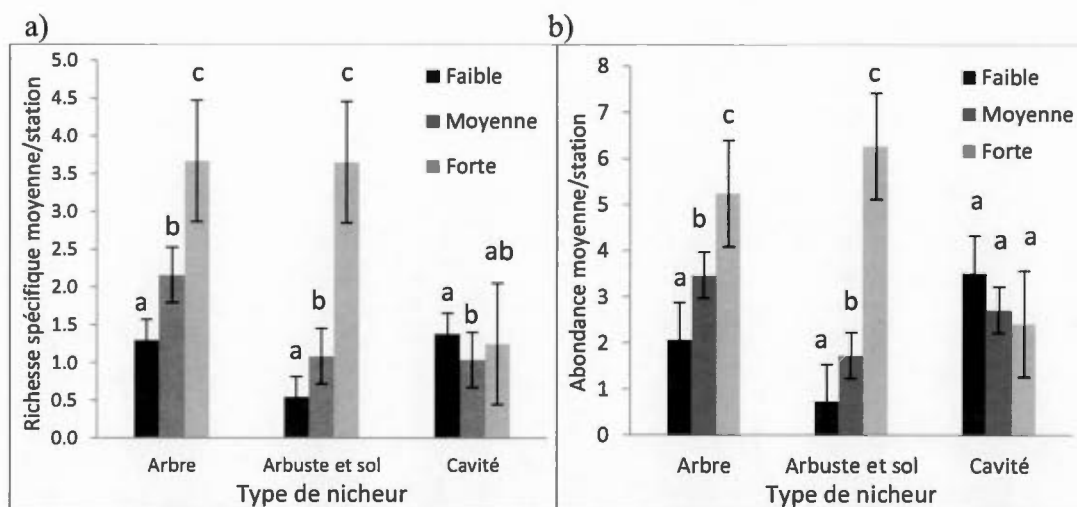


Figure 1.9. Richesse (a) et abondance (b) moyenne d'espèces migratrices par station distribuées selon le type de substrat de nidification dans les quartiers à faible, moyenne et forte densité de végétation. Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis de comparer les résultats des différents types de quartier pour chaque groupe. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont représentées par des lettres différentes.

1.3.6. Espèces susceptibles d'être dérangées par l'élagage

En se basant sur le type de substrat de nidification utilisé, neuf espèces dénombrées dans nos recensements d'oiseaux nicheurs sont particulièrement susceptibles d'être dérangées par l'élagage. Parmi les espèces migratrices arboricoles on retrouve le Chardonneret jaune, le Jaseur d'Amérique, l'Oriole de Baltimore, le Viréo Mélodieux et la Tourterelle triste. Ces espèces ont une fréquence d'occurrence significativement plus élevée dans les secteurs à forte densité de végétation (Figure 1.10), alors que la différence de fréquence d'occurrence entre les deux autres secteurs n'est pas significative. Le Quiscale bronzé et le Merle d'Amérique, qui sont aussi à risque, présentent des occurrences similaires dans les quartiers de moyenne et de forte densité de végétation, mais sont significativement moins occurants dans les quartiers

à faible densité de végétation. Le Geai bleu et la Corneille d'Amérique sont présents dans les 3 types de quartiers dans des proportions non significativement différentes.

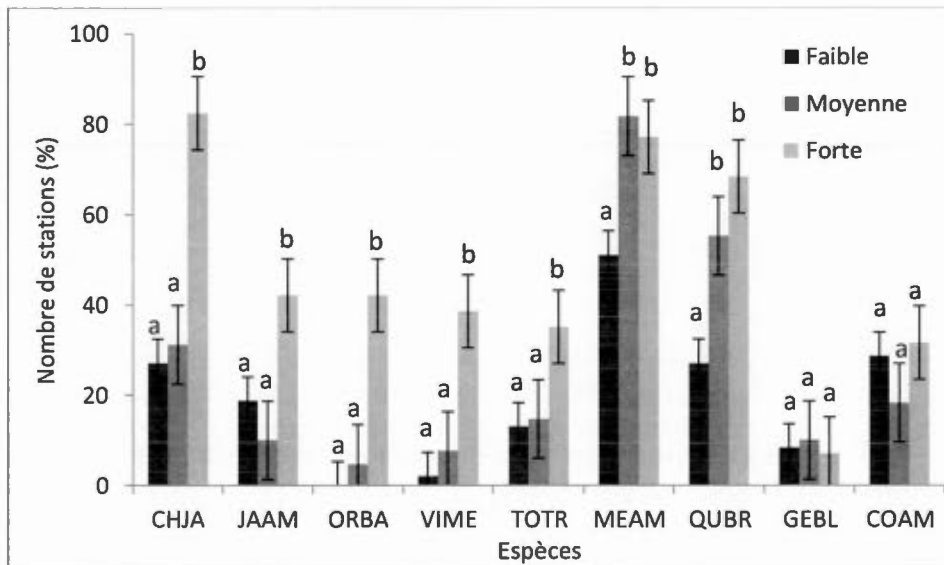


Figure 1.10. Fréquences d'observation des espèces les plus susceptibles d'être dérangées par l'élagage des arbres, lors des inventaires par points d'écoute dans les quartiers à faible, moyenne et forte densité de végétation. Une ANOVA à un critère suivi d'un test de Tukey a permis de comparer les résultats des différents types de quartier pour chaque espèce. Les différences significatives ($p < 0,05$) sont représentées par des lettres différentes. Le nom des espèces correspondant aux codes se trouve à l'annexe C.

1.4. Discussion

En milieu urbain, peu de travaux ont examiné les effets de l'élagage des arbres de rues sur la faune aviaire (AECOM, 2010). Pour mieux anticiper ces effets, il devient pertinent d'évaluer si un facteur comme la densité de la végétation arborescente permettrait de déterminer les quartiers où se retrouvent les espèces migratrices et où, par conséquent, il y aurait un plus grand risque de nuire à ces oiseaux protégés. Notre étude dans la grande région de Montréal basée sur des inventaires par points d'écoute,

visait donc à déterminer la variation de la composition des communautés d'oiseaux dans des quartiers urbains permettant ainsi de mieux évaluer les secteurs les plus à risque de dérangement pour les oiseaux migrateurs lors des travaux d'élagage des arbres de rues visant à protéger les installations de distribution d'énergie électrique en ville.

1.4.1. La faune aviaire dans son ensemble

Diverses études ont montré que la faune aviaire urbaine était étroitement liée à la densité du couvert végétal arborescent (Chace et Walsh, 2006; McKinney, 2002; Marzluff 2001; Blair, 2001; Lancaster et Rees, 1979) et que la composition de la communauté différait en fonction des espèces individuelles ou des groupes d'espèces selon certains facteurs écologiques (Leveau, 2014). Entre autres, on retrouve une communauté diversifiée dans des environnements peu urbanisés, et à mesure que l'urbanisation s'installe, la composition des communautés devient de plus en plus homogène (Melles, 2003; McKinney, 2006) abritant quelques espèces qui ont su tirer avantage de la cohabitation avec les humains en augmentant leur biomasse (Blair, 2001; Beissinger et Osborne, 1982).

Notre étude corrobore cette tendance avec une diminution d'espèces d'oiseaux au fur et à mesure que les milieux voient leur couvert végétal s'atténuer. D'ailleurs, dans nos quartiers à faible densité de végétation, nous arrivons à des résultats semblables à ceux que Beissinger et Osborne ont obtenu au nord d'Oxford, Ohio (1982), c'est-à-dire que les Étourneaux sansonnets et les Moineaux domestiques représentent 44% des individus (45% pour Beissinger et Osborne) et les 6 espèces les plus abondantes composent 76% des individus détectés. Beissinger et Osborne obtiennent 78% des individus pour leurs 6 espèces les plus abondantes. Pour nos quartiers à forte densité de végétation, ce groupe des 6 espèces les plus abondantes diminue à 51% des

individus et ne représente que 48% pour l'étude de Beissinger et Osborne (1982). Ces résultats indiquent que les quartiers à plus forte densité de végétation voient leurs communautés aviaires être constituées d'une plus grande diversité d'espèces.

D'ailleurs, on a retrouvé une plus grande différence dans la composition aviaire entre les quartiers à faible et forte densité de végétation alors que les quartiers à moyenne densité de végétation avaient une composition intermédiaire. De plus, nous avons constaté une perte de 4 espèces avec une diminution de la végétation. Beissinger et Osborne (1982) ont vu une perte plus grande, soit de 9 espèces, entre la forêt et la ville. Enfin, l'abondance moyenne des individus est significativement plus élevée dans les quartiers à forte densité de végétation, et diminue dans les deux autres types de quartiers, mais sans montrer une différence significative entre ceux-ci.

Les espèces introduites sont reconnues pour avoir une bonne capacité à exploiter les environnements anthropiques pour y trouver gîte et nourriture (MacLoad *et al.*, 2008; Gauthier et Aubry, 1995) de sorte qu'on y retrouve un plus grand nombre d'individus dans les quartiers très urbanisés (McKinney, 2002). Nos résultats montrent que les espèces indigènes voient effectivement leur proportion diminuer au profit des espèces introduites avec une baisse du couvert végétal (Figure 1.5). Dans les milieux à faible couvert de végétation, l'abondance moyenne des espèces introduites est nettement supérieure à celles des espèces indigènes et l'ensemble du groupe des espèces introduites, malgré qu'elles ne soient qu'au nombre de quatre, a une proportion nettement plus élevée en effectifs que les espèces indigènes. En fait, trois des quatre espèces de notre étude qui montrent une augmentation d'effectifs avec une diminution du couvert végétal sont des espèces introduites; le Moineau domestique (Lowther et Cink, 2006), l'Étourneau sansonnet (Cabe, 1993) et le Pigeon biset (Lowther et Johnston, 2014). Savard et Falls (2001) ont observé des résultats semblables dans les quartiers résidentiels de Toronto, ainsi que Melles (2003) à Vancouver, en plus d'avoir observé le Moineau domestique et l'Étourneau sansonnet

comme étant les espèces les plus abondantes. Le Martinet ramoneur (Steeves *et al.*, 2014), indigène dans la région, présente le même patron d'occurrence. Cet oiseau a changé ses habitudes de vie dans les derniers siècles. Avant l'arrivée des colons Européens en Amérique, le Martinet ramoneur nichait dans de arbres matures creux (Graves, 2004). Aujourd'hui, il préfère les endroits où il y a une bonne concentration de cheminées dans lesquelles il peut nicher ou former un dortoir. De plus, ces quatre espèces très abondantes dans les milieux dont le couvert végétal est faible ont aussi la particularité d'être des nicheurs de cavités ou de nécessiter un couvert (dans le cas du Pigeon biset, Rodewald, 2015). Les milieux anthropiques offrent de tels endroits, comme les nichoirs artificiels ou les dessous de viaducs.

La quatrième espèce introduite que nous avons observée sur le territoire échantillonné est le Roselin familial. Cette espèce, indigène en Amérique du Nord, mais originaire de la côte Ouest, a été introduite dans l'État de New York au début des années 40 (Gauthier et Aubry, 1995) et a niché pour la première fois au Québec en 1978 (Cyr et Larivée, 1995). Le Roselin familial est reconnu pour nicher près des habitations (Badyaev *et al.*, 2012; Valcarcel et Fernandez-Juricici, 2009), il maintient une abondance semblable d'un type de quartier à l'autre peu importe la quantité de végétation. Sa faible abondance par rapport aux autres espèces introduites pourrait être expliquée, entre autres, par sa récente introduction dans la région de Montréal ainsi qu'à l'épidémie de conjonctivite dont l'espèce a été victime dans les années 1990 (Dhondt *et al.*, 1998).

1.4.2. Migrateurs et résidents

Tout comme les espèces indigènes, les espèces migratrices sont connues pour décliner avec la diminution du couvert forestier, et ce, plus rapidement que les espèces résidentes (Startford et Robinson, 2005; Leveau, 2014). Tous types de

milieux confondus, notre étude a montré une tendance semblable pour le groupe des migrateurs, mais le nombre de résidents est plutôt resté stable d'un type de quartier à l'autre. La plupart des migrateurs (19 espèces), tout comme les résidents (9 espèces), ont été observés dans les trois types de quartiers. Quatre espèces migratrices font toutefois exception, soit le Moqueur chat, le Tyran huppé, l'Oriole de Baltimore et le Vacher à tête brune, qui étaient absentes dans les quartiers à faible densité de végétation.

Plusieurs raisons expliquent la forte présence des résidents dans les milieux anthropiques, entre autres, étant déjà sur place, ils sont possiblement moins affectés que les oiseaux migrateurs par les changements de disponibilité des ressources alimentaires liées aux changements climatiques (Visser *et al.*, 2004; Sanderson *et al.*, 2006). De plus, ce groupe est composé principalement d'espèces introduites qui ont une bonne capacité à tirer profit des installations anthropiques à l'année (Crocchi *et al.*, 2008). C'est le cas du Moineau domestique, observé dans 98% des stations, qui peut utiliser les anciens nids et les nichoirs conçus pour d'autres espèces et peut se nourrir aux postes d'alimentation installés par les citoyens (Lowther et Cink, 2006). Il y a aussi le Pigeon biset (observé dans 57% des stations) qui peut installer son nid sur une grande variété d'installation anthropique, tout en se nourrissant de grains ou d'aliments distribués par les humains comme le pain, le maïs soufflé ou les gâteaux (Lowther et Johnson, 2014).

1.4.3. Distribution des migrateurs selon le type de substrat de nidification et susceptibilité à l'élagage

La distribution des migrateurs nichant dans les arbres augmente avec la densité de la végétation (Crocchi *et al.*, 2008), ce qui peut facilement s'expliquer par l'augmentation d'arbres dans ces quartiers où les rues sont le plus souvent adjacentes à des milieux

boisés. Reale et Blair (2005) ont constaté la même tendance. Cependant, ils ont aussi déterminé que l'urbanisation amenait les oiseaux à installer leur nid plus bas et d'être ainsi plus vulnérables à la prédation. Le succès de reproduction devenait alors moindre dans les quartiers à plus haut taux d'urbanisation.

Les oiseaux nichant dans des cavités ont vu leur abondance augmenter dans les quartiers à faible densité de végétation. Toutefois, c'est principalement l'Étourneau sansonnet qui contribue fortement à ce groupe pouvant également utiliser, en plus des cavités d'arbres, les anfractuosités dans les habitations des quartiers plus urbanisés à faible couvert de végétation (Cabe, 1993).

Parmi les migrateurs nicheurs arboricoles, nous avons identifié six espèces urbaines protégées par la loi qui sont susceptibles d'être dérangées par les travaux d'élagage, soit les Viréo mélodieux, Jaseur d'Amérique, Oriole de Baltimore, Chardonneret jaune, Tourterelle triste et le Merle d'Amérique. Tous ces oiseaux ont une occurrence plus élevée dans les quartiers à forte densité de végétation. La Tourterelle triste utilise davantage les conifères que les essences feuillues. Or, par leur architecture plus compacte et leur réaction moins forte à l'élagage, les conifères de rue sont soumis moins souvent et de manière plus limitée à l'élagage (AECOM Consultants Inc., 2010). Le Chardonneret jaune, le Viréo mélodieux et l'Oriole de Baltimore (Rodewald, 2015) installent leur nid en périphérie de la couronne des arbres, ce qui les éloigne de la zone de dégagement qui fait suite à l'élagage. Le Jaseur d'Amérique installe son nid à la fourche d'une branche horizontale ou tout près du tronc (Witmer *et al.*, 2014). Il est donc susceptible d'être dérangé. Cependant, sa fréquence d'occurrence dans les stations des quartiers à faible et moyenne densité de végétation n'était pas très élevée (20% et 10% respectivement). Toutefois, dans les quartiers à forte densité de végétation, le Jaseur d'Amérique a été observé dans 40% des stations. Puisqu'il choisit un arbre isolé ou en bordure d'un bois (Witmer *et al.*, 2014), il pourrait subir les dérangements d'un élagage des arbres sous les fils électriques

longeant le bois. Finalement, le Merle d'Amérique a une présence très importante dans tous les quartiers. Dans les milieux à faible densité de végétation, il a été observé dans 50% des stations, alors que sa présence a été détectée dans plus de 80% des stations dans les quartiers à moyenne et forte densité de végétation. Ce résultat n'est pas étonnant compte tenu de sa très grande capacité d'adaptation au milieu urbain (Tewksbury *et al.*, 2002), où il peut installer son nid à plusieurs endroits différents, du sol aux arbres en passant par les arbustes ainsi qu'aux installations anthropiques (Vanderhoff *et al.*, 2014).

Enfin, le Geai bleu, la Corneille d'Amérique et le Quiscale bronzé sont des espèces qui peuvent installer leur nid dans des arbres susceptibles d'être élagués, mais ils ne sont pas protégés par la Loi sur la Convention des oiseaux migrants (MJC, 2010).

Nos résultats montrent que les milieux à couvert végétal dense possèdent la plus forte abondance d'oiseaux arboricoles. On peut donc penser que ces milieux abritent les oiseaux les plus susceptibles d'être dérangés par l'élagage. Toutefois, l'environnement souvent boisé des milieux à couvert dense offre aux oiseaux des alternatives multiples de substrat de nidification aux arbres élagués situés dans l'emprise de distribution. Pour déterminer si la nidification des oiseaux arboricoles est plus affectée par l'élagage des arbres à proximité du réseau de distribution électrique en milieu à couvert dense qu'en milieu plus urbain, il faudrait réaliser une étude plus fine ciblée sur la localisation et la position des nids dans les arbres des milieux urbains et péri-urbains tant élagués que non élagués (voir chapitre 2).

1.4.4. Statut intermédiaire des quartiers à moyenne densité de végétation

Finalement, on remarque que les quartiers à moyenne densité de végétation sont dans la majorité des cas à un stade intermédiaire entre les deux autres types de quartiers

peu importe l'aspect dans lesquels nous avons étudié la distribution des communautés d'oiseaux. De plus, dans presque tous les cas, les quartiers à moyenne densité de végétation ont des résultats se rapprochant des quartiers à faible densité de végétation plus que ceux des quartiers à forte densité. Cette proximité est vraisemblablement due à la similarité de plusieurs quartiers en termes de % de couvert forestier. Par exemple, les quartiers Côte-des-Neiges (faible densité de végétation) et Bout-de-l'Île ou Chomedey (moyenne densité de végétation), présente que 0,5% de différence alors qu'ils sont placés dans des catégories différentes (Tableau 1.1). La différence entre les quartiers à moyenne densité de végétation (maximum de 18,3% dans Rosemère) et à forte densité (minimum 24,7% sur l'Île Bizard) est beaucoup plus élevée. De plus, dans les quartiers à moyenne densité de végétation, on retrouve plusieurs arbres de rues isolés les uns des autres, tout comme dans les quartiers à faible densité de végétation, mais très différemment des quartiers à forte densité où la majorité des arbres font partie d'un peuplement forestier.

1.5. Conclusion

Notre étude a permis de bien caractériser la composition des communautés aviaires des différents quartiers résidentiels de la région de Montréal. Elle a aussi permis d'identifier les quartiers à forte densité de végétation comme étant ceux où il y a une plus grande proportion d'oiseaux migrateurs arboricoles et par conséquent un risque plus élevé d'occasionner des dérangements à ces oiseaux.

Bien que la végétation ne soit pas le seul critère régulant la distribution des oiseaux ni même leur survie (McGill *et al.*, 2006; Evans *et al.*, 2011; Reale et Blair, 2005), nos travaux indiquent clairement que le couvert arborescent semble être un bon indicateur permettant de déterminer les quartiers à plus haut risque de dérangement des espèces migratrices nichant dans les arbres, en particulier celles protégées par la loi sur la

Convention concernant les oiseaux migrateurs (MJC, 2010). Les différences de composition des assemblages d'oiseaux en fonction du couvert végétal et la plus forte concentration des espèces migratrices dans les quartiers plus denses indiquent que l'élagage dans ces quartiers gagnerait à être reporté après la période de nidification des oiseaux pour limiter le plus possible les prises accidentelles. Une étude sur la sélection de l'emplacement des nids, centrée sur les arbres de nidification des oiseaux, s'avère toutefois nécessaire pour déterminer plus finement la portée réelle des préjudices que les activités d'élagage des arbres à proximité des réseaux de distribution d'électricité causent aux oiseaux migrateurs en milieu urbain (Chapitre 2).

CHAPITRE II

EFFET DE L'ÉLAGAGE DES ARBRES SUR LA SÉLECTION DES SITES DE NIDIFICATION DES OISEAUX À L'ÉCHELLE DE L'ARBRE

2.1. Introduction

Les oiseaux cherchent un endroit où leur survie sera assurée tant au niveau de la quantité de nourriture retrouvée que de leur protection contre les prédateurs et la météo notamment au moment de la reproduction (Cody 1985). Lorsqu'il s'agit d'élever leur progéniture, plusieurs espèces choisissent d'installer leur nid dans un arbre pouvant leur apporter une certaine sécurité. Cependant, en milieu urbain, les arbres à proximité des fils électriques ou toutes autres installations anthropiques, sont élagués régulièrement par les entreprises de distribution d'électricité (Hydro-Québec, 2015), les câblodistributeurs, les compagnies de téléphones, les propriétaires ou les municipalités (Pro-Tec-Arbres, 2016) changeant ainsi l'architecture des arbres. Les oiseaux, peuvent-ils retrouver dans ces arbres qui ont perdu une partie de leur cime, les conditions nécessaires pour nicher tout autant que les autres arbres de rues? Très peu d'études ont traité de ce sujet. Cette question est pourtant cruciale dans le contexte de l'application de la Loi canadienne de 1994 basée sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs au (LCOM, MJC, 2010) ainsi que de la Loi provinciale sur la Conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF, Gouvernement du Québec, 2002) qui interdisent le dérangement ou la destruction des nids pendant la période de nidification des oiseaux. Ces évènements peuvent toutefois survenir lors des travaux d'élagage des arbres de rue.

2.1.1. Normes d'élitage d'une entreprise de distribution d'électricité

Pour éviter les pannes électriques causées par des bris matériels, les entreprises de distribution d'électricité doivent procéder à un élagage des arbres à proximité des installations électriques à un intervalle de 3 à 6 ans (pour la région de Montréal, Hydro-Québec, 2016b). Plusieurs arbres urbains se retrouvant sous le réseau de distribution répondent à la définition d'arbres ornementaux, particulièrement les arbres de rue en milieu urbain (Hydro-Québec, 2015). Pour ceux-ci, Hydro-Québec assure un dégagement de 2 m horizontalement et de 3.5 m verticalement des lignes de moyenne tension. Lorsque la végétation atteint une zone critique de 2 m par 2.5 m, les arbres sont élagués en respectant la zone de dégagement (Hydro-Québec, 2015, Figure 2.1 et Figure 2.2). Dans le cas des arbres non ornementaux, par exemple ceux situés en bordure d'un boisé longé par un réseau de distribution, un dégagement horizontal de 4 m est appliqué. De plus, les arbres de diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de 30 cm ou moins, dont le tronc est à moins de 60 cm des fils de moyenne tension voient leur tronc coupé.

Lors des interventions de dégagement, il arrive que des nids soient l'objet de prises accessoires au sens de la Loi canadienne sur la Convention des oiseaux migrateurs (ECCC, 2015). Cet aspect a en partie été documenté par AECOM (2012). Au-delà de l'influence directe que peuvent avoir les activités de contrôle de la végétation, l'architecture que développent les arbres suite aux tailles répétées pourrait modifier les caractéristiques structurales recherchées par les oiseaux et influencer leur choix de site de nidification.

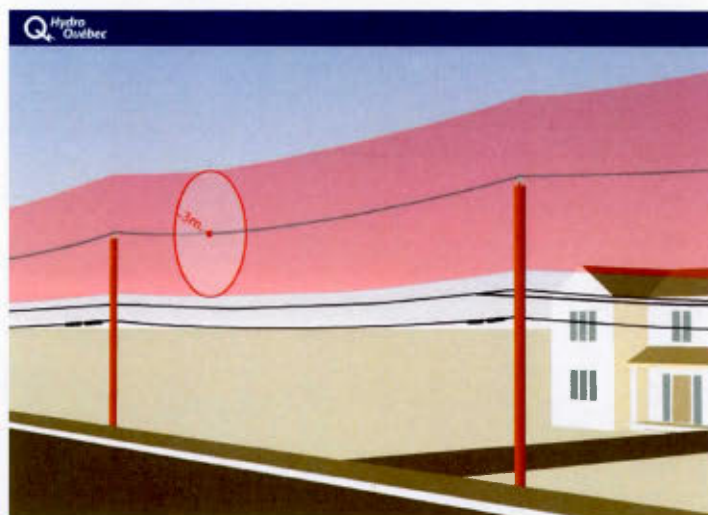


Figure 2.1. Zone de dégagement des fils sur le réseau de distribution d'Hydro-Québec. Le fil inférieur offre le service de téléphonie et de câblodistribution. Le fil médian est habituellement gainé et de basse tension (inférieur à 750 volts). Tout en haut est installé le fil de moyenne tension (entre 750 et 34 500 volts) nécessitant une zone de dégagement (Hydro-Québec, 2015).

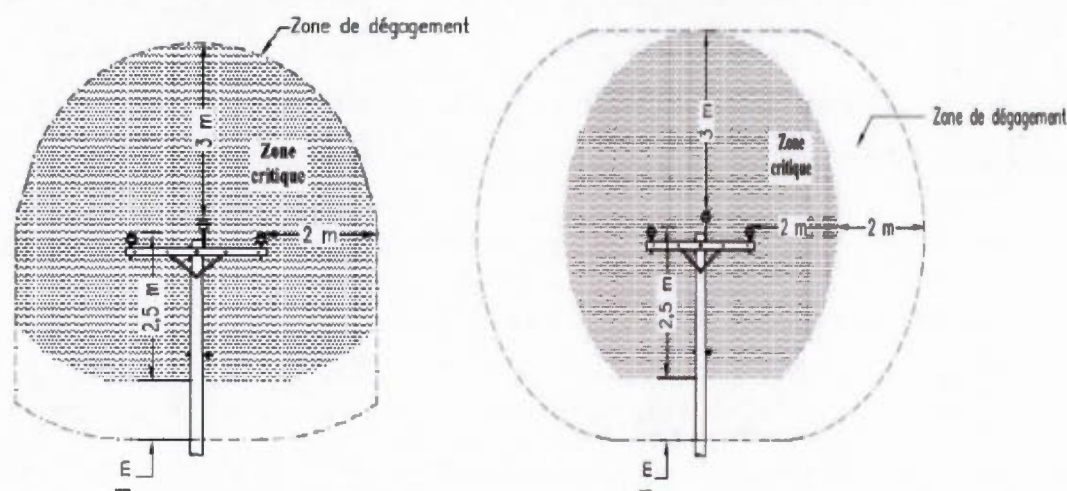


Figure 2.2. Schéma représentant la zone de dégagement (ligne pointillée) préconisée par Hydro-Québec pour les arbres ornementaux (à gauche) et non ornementaux (à droite). Un arbre ou une branche se retrouvant dans la zone critique (zone grise) nécessitera un élagage jusqu'aux limites de la zone de dégagement. Dans le cas des arbres ornementaux, la zone de dégagement est plus grande que la zone critique seulement dans la partie inférieure (Hydro-Québec, 2015).

2.1.2. Réaction de l'arbre suite à l'élagage

Lors de sa croissance, l'arbre suit un modèle de structure spécifique où les bourgeons latéraux sont soumis à la dominance du bourgeon terminal qui produit des hormones et inhibe leur croissance (Oldeman, 1974; Millet, 2012). Suite à l'élagage, la disparition du bourgeon terminal, jumelé à un apport additionnel de lumière, stimule les bourgeons latéraux latents pour développer des rejets (Millet, 2012). Le plan d'organisation de l'arbre passe d'un état hiérarchique (ordre établi dans le rapport de dominance entre les différentes catégories d'axes) à un état polyarchique. Cette nouvelle croissance se fait de façon privilégiée en dessous de la coupe ou plus bas sur le tronc (Millet, 2012) en une répétition du modèle de structure initiale, nommée réitération (Oldeman, 1974). Ce principe permet à l'arbre de répondre aux changements de l'environnement (réitération adaptative) ou à différents traumatismes qu'il pourrait subir (réitération traumatique, Millet, 2012) comme l'élagage. Les rejets, poussant dans l'ouverture générée par la perte d'une partie de la cime ou de façon éparse dans la cime (Lecigne, 2013), aident à augmenter rapidement la surface de captation des rayons du soleil pour reprendre la photosynthèse, le temps qu'il y ait une réorganisation de la structure pour former une nouvelle cime (Millet, 2012).

2.1.3. Impacts du changement de structure de l'arbre

Les critères de choix des sites de nidification des oiseaux varient en fonction des espèces (Rodewald, 2015), de sorte qu'une modification de la structure de l'arbre (élagage, pousse de rejets) pourrait ne pas avoir les mêmes conséquences pour chacune d'entre elles. Les espèces nichant au sol, dans les arbustes, dans des cavités ou sur des structures anthropiques ne devraient pas être affectées puisqu'elles sont loin de la zone de dégagement. Celles nichant dans les arbres à partir de 3.5 m au-dessous des fils de moyenne tension (zone de dégagement, Hydro-Québec, 2015)

pourraient être affectées par les travaux d'entretien selon l'emplacement choisi. Si l'oiseau choisi habituellement un emplacement avec un couvert feuillu pour le protéger, comme le Merle d'Amérique (Vanderhoff *et al.*, 2014), un arbre élagué en son centre pourrait ne plus répondre aux besoins de l'oiseau. Si l'espèce place plutôt son nid en périphérie, elle pourrait retrouver les conditions nécessaires même dans un arbre élagué, puisqu'une bonne partie de la couronne reste présente. Cependant, si l'emplacement choisi est situé dans l'ouverture créée par une précédente session d'élagage, le nid devient vulnérable aux prises accessoires (perte de nid ou tout autre dérangement causé par les travaux d'élagage, ECCC, 2015) surtout s'il est appuyé sur des rejets. Ces derniers poussent près de l'ancienne blessure (Millet, 2012) et sont directement visés lors des prochains travaux de dégagement.

Au-delà de la destruction des nids pendant la période de nidification, la disparition d'un nid est peu souhaitable particulièrement pour les espèces d'oiseaux qui réutilisent leur nid (ex : Merles d'Amérique, Vanderhoff *et al.*, 2014) ou les matériaux de ceux-ci (ex : Viréo mélodieux, Gardali et Ballard, 2000). Si le nid reste en place lors de l'élagage, la coupe des rejets peut dégager l'environnement proximal du nid qui perdra son couvert protecteur. Ce nid devient alors vraisemblablement moins intéressant pour les oiseaux qui auraient voulu le réutiliser.

2.1.4. Site de nidification de l'écureuil

Habitant les arbres (Koprowski, 1994; Robinson et Cowan, 1954), l'écureuil est un compétiteur potentiel des oiseaux pour l'emplacement du nid. Bien qu'il ne soit pas visé directement par cette étude, nous avons décidé de l'inclure, car il est également un prédateur d'œufs et d'oisillons (Bonnington *et al.*, 2013) et pourrait donc influencer la sélection de site de nidification des oiseaux.

L'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*) installe préférentiellement sa progéniture dans une cavité, mais si ces lieux se font rares, il construit un nid dans un arbre (Middleton, 1930). Plusieurs nids peuvent être construits même si un grand nombre d'entre eux sont désertés de sorte que l'écureuil génère une forte densité de nids en milieu urbain. Les matériaux utilisés sont souvent des branches saines que l'écureuil coupe. Son nid est donc constitué de plusieurs feuilles, contrairement aux oiseaux qui utilisent des branches dénudées mortes et autres matériaux (Harrison, 1975). Deux types de nids sont construits par l'écureuil, soit un nid de repos constitué d'une plateforme ou un nid formé d'une boule de feuilles avec une cavité à l'intérieur dans laquelle la femelle cache ses petits (Middleton, 1930; Koprowski, 1994).

Bien qu'il préfère les conifères, l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*) se retrouve aussi en milieu urbain (Steele 1998). Tout comme l'écureuil gris, il peut représenter un danger pour les œufs des oiseaux en étant un consommateur de ceux-ci. Il construit des nids de feuilles dans les arbres où l'on peut retrouver des nids d'oiseaux.

2.1.5. Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été émises :

- 1) Les arbres élagués seront moins utilisés par la faune aviaire que les arbres non-élagués puisque la couronne amputée offre une moins bonne protection visuelle contre les prédateurs.
- 2) Parmi les arbres élagués, ceux qui ont connu plusieurs saisons de croissance depuis l'intervention et qui auront développé des rejets seront davantage utilisés par les oiseaux que les arbres récemment élagués puisqu'ils offrent un meilleur couvert protecteur.

- 3) Les écureuils favoriseront les arbres élagués, car une branche coupée offre une plate-forme pour installer un nid de grande ampleur, et les rejets qui poussent par la suite autour de la blessure permettent un bon camouflage.
- 4) Les risques de prises accessoires au moment de l'élagage seront faibles, car la majorité des oiseaux urbains installent leur nid en périphérie de la cime loin de la zone d'élagage.

2.2. Méthodologie

2.2.1. Aire d'étude

L'aire d'étude, les quartiers ainsi que les rues sélectionnées sont les mêmes que dans le chapitre précédent. Pour satisfaire les besoins de ce chapitre, un critère supplémentaire a été ajouté pour la sélection des rues. Celles-ci devaient posséder des fils électriques d'un seul côté permettant éventuellement de comparer les nids retrouvés dans des arbres élagués du côté des fils et ceux non élagués.

2.2.2. Recherche de nids

La recherche visait à trouver des nids suspendus ou prenant appui sur des branches. Les nids situés dans des cavités n'ont pas été considérés étant plus difficiles à repérer. La recherche s'est faite au printemps 2013 (du 3 avril au 2 mai), à l'automne 2013 (du 13 novembre au 12 décembre) et au printemps 2014 (du 24 mars au 17 avril) en scrutant les arbres feuillus alors qu'ils étaient dépouillés de leurs feuilles. Les inventaires ont été effectués à pied en parcourant les rues sélectionnées et en scrutant tous les arbres de chaque côté. Seuls les arbres étant assez hauts pour interférer avec les fils et être candidats à un élagage ont été considérés, peu importe l'intervenant qui

a procédé à la dernière session d'élagage (entreprise de distribution électrique, câblodistributeur, compagnie de téléphone, propriétaire, municipalité). Le même critère de hauteur était utilisé pour les arbres du côté de rue sans fils. Les conifères n'ont pas été considérés, car ils interfèrent peu avec le réseau électrique (AECOM Consultants Inc., 2010), que leur nombre est faible (Local Action for Biodiversity, 2013) et qu'il est beaucoup plus difficile d'y déceler la présence des nids.

Travaillant avec des arbres sur des propriétés privées, nous avons choisi d'observer seulement la végétation se retrouvant à l'avant des maisons, ce qui correspond à une bande de terrain moyenne de 8.6 mètres (moyenne des distances entre les maisons et la rue). Une distance équivalente a été utilisée dans les parcs urbains et les milieux boisés.

Au total, 200 km de rues ont été visités. La plus faible quantité de kilométrage effectuée en milieu à forte densité de végétation s'explique par le peu de rues ayant plus de 20% de couvert forestier dans le territoire échantillonné.

Tableau 2.1. Distances parcourues selon le type de milieu.

Type de quartier	Distance parcourue (km)
Faible densité de végétation (0-7,5%)	97
Moyenne densité de végétation (7,5-20%)	72
Forte densité de végétation (>20%)	31

2.2.3. Caractérisation des nids d'oiseaux

L'emplacement et les caractéristiques de chaque nid d'oiseau trouvé ont été notés. L'observateur mesurait sa hauteur dans l'arbre à l'aide d'un appareil TruPulse Laser Rangefinder, notait les matériaux utilisés pour sa fabrication, évaluait sa taille à l'œil (largeur et hauteur) et déterminait sur quel type de branche le nid était appuyé (soit naturel ou rejet). Aussi, il identifiait son emplacement dans l'arbre, soit en périphérie, au centre de la cime, à proximité du tronc ou dans l'ouverture créée par l'élagage (Figure 2.3). Finalement, il évaluait le risque de prise accessoire si des travaux d'élagage étaient effectués, c'est-à-dire si le nid était en danger de disparaître ou si l'environnement proximal serait transformé au point où le nid perdrait sa couverture protectrice qui le maintient caché.

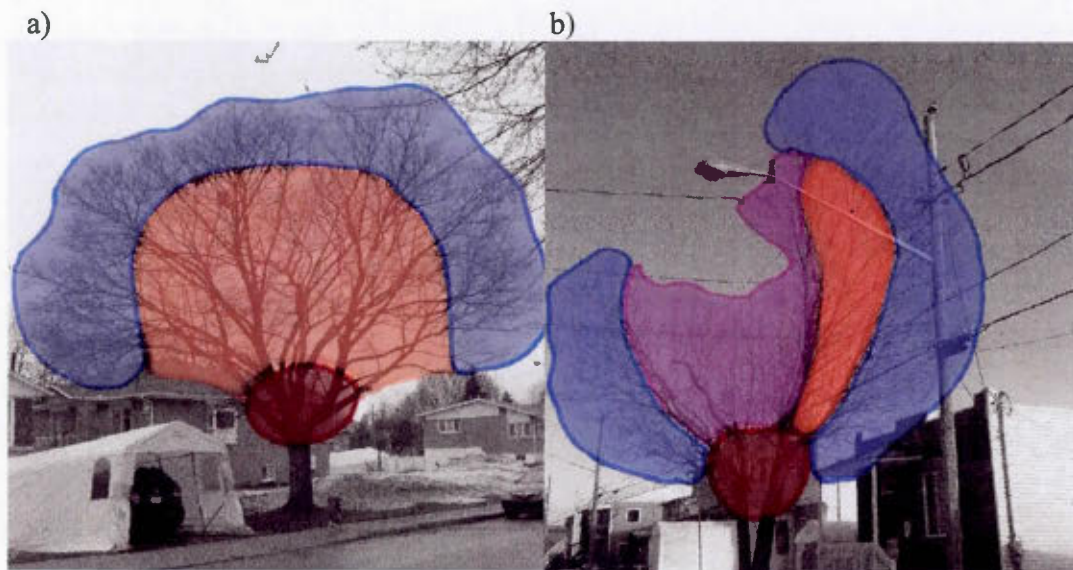


Figure 2.3. Zones d'emplacement des nids dans un arbre a) non élagué ou b) élagué : sur le tronc ou dans la première fourche du tronc (rouge), dans l'ouverture créée par la coupe des branches lors de l'élagage (mauve), dans le centre de la cime (rose) ou en périphérie (bleu).

2.2.4. Caractérisation des arbres

Dans le but de déterminer les caractéristiques des arbres choisis par les oiseaux, l'observateur notait l'essence et mesurait la hauteur totale de l'arbre avec l'appareil TruPulse Laser Rangefinder. On notait aussi le type d'élagage effectué, soit en périphérie ou au centre de la couronne (formation d'une ouverture en forme de « V »), ainsi que la catégorie d'âge des rejets, soit 0-1 an ou 2 ans et plus. Cette catégorie était déterminée en fonction du nombre de saisons de croissance des rejets calculé à partir de la limite d'unités de croissance laissées par le bourgeon apical lors de la période de repos (Millet, 2012), ainsi que le nombre d'itération de branches.

En guise de témoin, les mêmes mesures étaient prises sur le 4^e arbre rencontré plus loin sur le même côté de rue. Si cet arbre portait un nid, le suivant était utilisé. Ces arbres « témoins » permettent d'avoir un échantillon des arbres disponibles et de comparer les deux groupes (les arbres avec et sans nids).

2.2.5. Caractérisation des nids d'écureuils

Lorsqu'un nid d'écureuil était trouvé, son emplacement dans l'arbre était noté, ainsi que le type de branches sur lesquelles le nid était appuyé (naturel ou rejet). On évaluait aussi le risque de prise accessoire et de modification de son environnement proximal lors de la prochaine séance d'élagage. Finalement, nous notions le type d'élagage (en ouverture ou en périphérie) et le nombre de saisons de croissance des rejets. Puisque l'écureuil n'était pas le sujet principal de notre étude, nous n'avons pas fait de distinction entre un nid d'écureuil gris et un nid d'écureuil roux.

2.2.6. Identification et catégorisation des nids d'oiseaux

Les nids ont été identifiés à l'espèce en se basant sur leur taille, la nature des matériaux utilisés et leur emplacement dans l'arbre en se référant entre autres au guide de Harrison (1975) et aux informations retrouvées sur le site The Birds of North America (Rodewald, 2015). Les nids ont ensuite été classés en 6 catégories. Lorsqu'une espèce d'oiseau possédait un effectif de nids assez élevé (plus de 5% de nids), elle constituait une catégorie en soit, ce qui a été le cas pour le Viréo mélodieux, le Chardonneret jaune et le Merle d'Amérique. Parmi les autres nids restants, pour lesquels il manquait d'effectif à l'espèce ou qu'il était impossible d'identifier l'oiseau propriétaire (nids trop endommagés), les nids ont été répartis en trois catégories selon la dimension extérieure de la structure. Le groupe des « petits nids » est composé des nids d'une dimension inférieure à 10 cm, les « moyens nids » entre 10 et 25 cm et les « grands nids » ont une largeur supérieure à 25 cm.

À partir de la liste provenant de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Association québécoise des groupes d'ornithologues *et al.*, 2015), nous avons identifié les espèces (Tableau 2.2) qui peuvent installer leur nid dans un arbre à une hauteur atteignant la zone de dégagement des fils électriques soit plus de 8 m (nos mesures sur le terrain nous indiquent que les fils de moyenne tension sont installés à 10 m au-dessus du sol en moyenne). Si on retire les espèces rarement vues dans les quartiers résidentiels (Chapitre 1) ainsi que celles utilisant surtout les conifères qui interfèrent peu avec les fils électriques ayant des branches plus courtes (AECOM Consultants Inc., 2010) et une repousse moins vigoureuse, il ne reste que 9 espèces susceptibles d'être affectées par l'élagage, soit les Viréo mélodieux (*Vireo gilvus*), Jaseur d'Amérique (*Bombycilla cedrorum*), Oriole de Baltimore (*Icterus galbula*), Chardonneret jaune (*Spinus tristis*), Tourterelle triste (*Zenaida macroura*), Merle d'Amérique, Geai bleu (*Cyanocitta cristata*), Quiscale bronzé (*Quiscalus quiscula*) et Corneille d'Amérique.

De cette liste, seuls les Geai bleu, Corneille d'Amérique et Quiscale bronzé ne sont pas protégés par la Loi concernant la Convention sur les oiseaux migrants.

Tableau 2.2. Liste des espèces construisant des nids dans les arbres à une hauteur correspondant à la zone de dégagement.

Nom commun (nom scientifique)	Protégée par la LCOM	Emplacement du nid ¹	Sensible à la perte du couvert végétal ¹	Réutilise les nids ou les matériaux ¹	Type de support utilisé ²	Hauteur du nid dans l'arbre (m) ²
Espèces dont l'effectif permet de les considérer individuellement						
Chardonneret jaune * (<i>Spinus tristis</i>)	Oui	Périphérie	x	x	Arbustes feuillus	0.3 à 10.1 m
Merle d'Amérique * (<i>Turdus migratorius</i>)	Oui	Centre de l'arbre	-	x	Conifères et feuillus	Du sol à la cime de l'arbre, moyenne 3.6 m
Viréo mélodieux * (<i>Vireo gilvus</i>)	Oui	Périphérie	x	x	Arbres ou arbustes feuillus	1.4 à 18 m, moyenne 6 à 9 m
Petits nids (< 10 cm)						
Colibri à gorge rubis (<i>Archilochus colubris</i>)	Oui	Périphérie	x	x	Arbres feuillus	0.5 à 15 m
Moucherolle tchébec (<i>Empidonax minimus</i>)	Oui	0,6 à 2 m du tronc	x	x	Petits arbres et arbustes feuillus	0,6 à 15 m (surtout entre 3 et 8 m)
Oriole de Baltimore * (<i>Icterus galbula</i>)	Oui	Périphérie	x	x	Souvent arbres isolés, feuillus	1.2 à 30.5 m (surtout entre 5.5. et 10.7 m)
Paruline flamboyante (<i>Setophaga ruticilla</i>)	Oui	Près du tronc	x	x	Arbres et arbustes feuillus	1 à 10 m
Pioui de l'Est (<i>Contopus virens</i>)	Oui	0,6 à 6 m du tronc	-	-	Arbres ou arbustes feuillus	1.8 à 21 m (surtout entre 4.5 et 9.0m)
Roselin familier (<i>Haemorhous mexicanus</i>)	Oui	Sur base solide	x	x	Surtout des conifères	1.3 à 20 m
Roselin pourpre (<i>Carpodacus purpureus</i>)	Oui	Périphérie	x	-	Surtout des conifères	0.75 à 18.3 m

*Espèces identifiées comme étant les plus susceptibles d'être dérangées par les travaux d'élitage.

¹ Référence: Rodewald 2015.

² Référence: Rodewald 2015 et Peck et James 1987.

Tableau 2.2. (suite) Liste des espèces construisant des nids dans les arbres à une hauteur correspondant à la zone de dégagement.

Nom commun (nom scientifique)	Protégée par la LCOM	Emplacement du nid ¹	Sensible à la perte du couvert végétal ¹	Réutilise les nids ou les matériaux ¹	Type de support utilisé ²	Hauteur du nid dans l'arbre (m) ²
Moyens nids (10-25 cm)						
Cardinal à poitrine rose (<i>Pheucticus ludovicianus</i>)	Oui	Fourche verticale	-	-	Arbustes (surtout) et arbres feuillus	0.8 à 16.8 (moy 6 m)
Cardinal rouge (<i>Cardinalis cardinalis</i>)	Oui	Petites branches	x	-	Arbustes ou petits arbres	0.25 à 12 m
Carouge à épaulettes (<i>Agelaius phoeniceus</i>)	Non	Périphérie	-	-	Plantes de marais, arbustes, petits arbres	Jusqu'à 11 m, surtout entre 0,8 et 1,8 m
Geai bleu * (<i>Cyanocitta cristata</i>)	Non	Près du tronc	-	-	Arbres feuillus ou conifères	1 à 30 m
Jaseur d'Amérique * (<i>Bombycilla cedrorum</i>)	Oui	Périphérie	-	x	Arbustes ou arbres isolés	1.10 à 9.19, avec une médiane de 2.59 m
Moqueur polyglotte (<i>Mimus polyglottos</i>)	Oui	Très variable	-	-	Arbustes et arbres	De 0.5 m à 19 m (surtout entre 1 et 3 m)
Quiscale bronzé (<i>Quiscalus quiscula</i>)	Non	0.3 à 6 m du tronc	-	x	Surtout conifères	0.2 à 22.0 m (moy 1.2 à 6.1m)
Tourterelle triste * (<i>Zenaida macroura</i>)	Oui	Près du tronc	x	x	Souvent dans des conifères ou arbres fruitiers	3.0-7.6 m
Tyrann tritri (<i>Tyrannus tyrannus</i>)	Oui	Périphérie	x	x	Arbustes (surtout) et arbres feuillus	2 à 8 m (Préfère 2 m)

Tableau 2.2. (suite) Liste des espèces construisant des nids dans les arbres à une hauteur correspondant à la zone de dégagement.

Nom commun (nom scientifique)	Protégée par la LOM	Emplacement du nid ¹	Sensible à la perte du couvert végétal ¹	Réutilise les nids ou les matériaux ¹	Type de support utilisé ²	Hauteur du nid dans l'arbre (m) ²
Grands nids (> 25 cm)						
Buse à épaulettes (<i>Buteo lineatus</i>)	Non	Près du tronc, haut de la couronne	x	x	Utilise un arbre près d'un boisé	11 à 23 m
Buse à queue rousse (<i>Buteo jamaicensis</i>)	Non	Haut dans la couronne	x	x	Grands arbres feuillus ou conifères	10.7 à 27.4 m
Corneille d'Amérique * (<i>Corvus brachyrhynchos</i>)	Non	Près du tronc	-	x	Arbres feuillus ou conifères	0.6 à 26 m
Épervier de Cooper (<i>Accipiter cooperii</i>)	Non	Près du tronc	x	x	Occasionnellement un arbre isolé, feuillu ou conifère	8 à 15 m
Faucon émerillon (<i>Falcon columbarius</i>)	Non	Haut dans la couronne	-	x	Utilise ancien nids de corvidés ou de rapaces. Feuillus ou conifères	10.7 à 18.3 m
Grand Corbeau (<i>Corvus corax</i>)	Non	Haut dans la couronne	x	x	Arbres isolés	3 à 21 m

2.2.7. Distinction des nids d'écureuils et des nids de Corneille d'Amérique

Lors des inventaires, il est arrivé qu'un questionnement survienne quant à l'identification des grands nids constitués de branches sans feuilles mortes apparentes. Les nids de Corneilles d'Amérique et les plateformes utilisées par les écureuils présentent en effet certaines similitudes. Tous deux sont de grande envergure, solides, généralement installés sur une branche horizontale, près du tronc à des hauteurs semblables dans l'arbre (entre 8 et 17 m avec une moyenne de 12 m

pour l'écureuil gris [Fitzwater et Frank 1944; Williams, 2011] et dans le premier tiers ou quart de la couronne [Verbeek et Caffrey, 2002], entre 6,0 et 10,0 m chez la Corneille d'Amérique [Peck et James, 1987]). De plus, les nids d'écureuils faits de branches avec des feuilles à l'origine, voient leurs branches mises à nu après un certain temps lorsque les feuilles se sont désagrégées, ce qui rend la confusion avec un gros nid d'oiseau possible. Finalement, les grands nids solides et persistants peuvent être réutilisés par l'Épervier de Cooper, la Buse à épaulettes, le Faucon émerillon et l'écureuil en milieu urbain.

Toutes les grosses structures composées exclusivement de branches, ont été classées dans la catégorie des grands nids, mais il est possible que d'anciens nids d'écureuils se soient glissés dans le groupe. Pour réduire ce biais, nous avons retiré de la liste, les nids retrouvés à moins de 6 m de hauteur (Peck et James, 1987) qui correspond à la hauteur minimale pour un nid de Corneille d'Amérique.

2.2.8. Catégorisation des arbres

Quarante-neuf (49) essences d'arbres ont été observées dans les rues visitées (Tableau 2.3 et Tableau 2.4). Le regroupement des arbres en catégories a été mené différemment dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation par rapport aux quartiers à forte densité de végétation à cause des différences dans la composition des communautés d'arbres qui s'y trouvent. Dans les milieux à faible et moyenne densité de végétation, les principales essences étaient l'érable de Norvège (31,7%) et l'érable argenté (20,4%). D'autres essences ont été regroupées selon le genre pour former des groupes qui constituaient au moins 5% des arbres : le groupe des autres érables, les tilleuls et les frênes. Les essences restantes ont été regroupées en trois catégories selon leur taille à maturité (Farrar, 2012) : petits (jusqu'à 20 m), moyens (20 à 30 m) et grands arbres (plus de 30 m).

Tableau 2.3. Essences d'arbres observées lors de l'échantillonnage dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.

Nom commun	Nom latin	% des arbres caractérisés
Érable argenté	<i>Acer saccharinum</i>	20,6%
Érable de Norvège	<i>Acer platanoides</i>	31,7%
Autres érables : Érable noir, érable rouge, érable à sucre, érable à Giguère, érable ginnala, érable sp.	<i>Acer nigrum, A. rubrum, A. saccharum, A. negundo, A. ginnala</i>	13,8%
Tilleuls : Tilleul d'Amérique, tilleul à petites feuilles	<i>Tilia americana, T. cordata</i>	6,6%
Frênes : Frêne rouge, frêne d'Amérique	<i>Fraxinus pennsylvanica, F. americana</i>	6,0%
Petits arbres (jusqu'à 20 m): amélanchiers, miccocoulier occidental, marronnier d'Inde, nerprun, olivier de Bohême, ostryer de Virginie, phellodendron de l'Amour, pommiers, pommetiers, pruniers	<i>Amelanchier sp. Celtis occidentalis, Aesculus hippocastanum, Rhamnus sp., Elaeagnus angustifolia, Ostrya virginiana, Phellodendron amurense, Malus sp, Prunus sp.</i>	8,4%
Moyens arbres (20 à 30 m) : Bouleaux, ginkgo, magnolias, robinier faux-acacia	<i>Betula sp., Ginkgo biloba, Magnolia sp., Robinia pseudoacacia</i>	9,0%
Grands arbres (30 m et plus): Catalpas, chêne à gros fruits, chêne sp, févier inerme, hêtre à grandes feuilles, orme d'Amérique, orme de Sibérie, orme sp., peuplier deltoïde, peuplier sp., saule pleureur, saule sp.	<i>Catalpa, Quercus macrocarpa, Quercus sp, Gleditsia triacanthos, Fagus grandifolia, Ulmus americana, U. pumila, Ulmus sp., Populus deltoides, Populus sp, Salix alba, Salix sp.</i>	4,2%

Dans les milieux à forte densité de végétation, la composition était dominée par le groupe des frênes (44,3%). Les érables à sucre et argentés étaient moins abondants, mais bien représentés. Les essences de même famille ont été regroupées (ormes, peupliers, saules) et les essences restantes ont été séparées en 2 catégories, soient petits et grands arbres. Les quatre essences regroupées dans la catégorie des moyens arbres n'ont pas été observées dans les milieux denses, ce qui explique l'absence de cette catégorie.

Tableau 2.4. Essences d'arbres observées lors de l'échantillonnage dans les quartiers à forte densité de végétation.

Nom commun	Nom latin	% des arbres caractérisés
Érable argenté	<i>Acer saccharinum</i>	8,2%
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	9,8%
Frênes : Frêne rouge, frêne d'Amérique	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> , <i>F. americana</i>	44,3%
Ormes : Orme d'Amérique, orme de Sibérie, orme sp.	<i>Ulmus americana</i> , <i>U. pumila</i> , <i>Ulmus sp.</i> ,	8,2%
Peupliers : peuplier deltoïde, peuplier sp.,	<i>Populus deltoides</i> , <i>Populus sp.</i> ,	4,9%
Saules : Saule pleureur, saule sp.	<i>Salix alba</i> , <i>Salix sp</i>	6,7%
Petits arbres (jusqu'à 20 m): miccocoulier occidental, ostryer de Virginie, pruniers	<i>Celtis occidentalis</i> , <i>Ostrya virginiana</i> , <i>Prunus sp.</i>	6,6%
Grands arbres (30 m et plus): Chêne à gros fruits, chêne sp, hêtre à grandes feuilles, érable de Norvège, érable rouge, érable à Giguère, érable sp. tilleul d'Amérique,	<i>Quercus macrocarpa</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Fagus grandifolia</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>A. rubrum</i> , <i>A. negundo</i> , <i>Acer sp.</i> <i>Tilia americana</i> ,	11,5%

2.2.9. Analyses statistiques et traitement des données

2.2.9.1. Persistance des nids

Suite à leur abandon, lors de l'envol des jeunes, les nids doivent vraisemblablement faire face à plusieurs éléments de la nature. Ils sont endommagés par le vent, affaiblis par la pluie, et du pillage s'effectue par des oiseaux qui réutilisent les matériaux pour construire leur propre nid. Ces événements limitent la persistance des nids, qui à notre connaissance, n'a pas été documenté.

Au printemps 2014, nous sommes retournés voir la majorité des nids d'oiseaux dénombrés l'automne précédent pour constater leur présence ou leur absence. En éliminant les nids que nous jugions disparus par de récents travaux d'élagage, nous avons pu déterminer un pourcentage de persistance en comparant les nids restants de ceux disparus naturellement. Les densités de nids présentées dans cette étude seront, par conséquent, ajustées en fonction de ces pourcentages de persistance selon chacun des groupes.

L'écureuil n'étant pas le sujet principal de notre étude, nous n'avons pas fait le même exercice avec ses nids. Il n'y a donc pas de correction par rapport à leur persistance dans le temps pour la présentation des résultats de nids d'écureuils.

2.2.9.2. Analyses discriminantes en trois temps

L'analyse discriminante est une technique qui permet d'étudier différents groupes en fonction de plusieurs facteurs simultanément (Klecka, 1980). Cette technique a été utilisée dans le but de déterminer quels sont les facteurs les plus influents dans le choix des oiseaux lors de la sélection de l'arbre utilisé pour la nidification.

Des analyses discriminantes globales ont été réalisées pour trois groupes, soit pour les nids d'oiseaux situés dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation, les nids d'oiseaux dans les quartiers à forte densité de végétation et finalement les nids d'écureuils. De plus, une analyse discriminante spécifique a été effectuée pour chaque catégorie (espèce individuelle ou taille de nid, Tableau 2.5).

Dans le cas des nids d'oiseaux situés dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation, les facteurs suivants ont été utilisés : les essences, le statut (élagué ou non) et la hauteur de l'arbre (Tableau 2.5). L'analyse a comparé les arbres utilisés

présentant un nid d'oiseau et les arbres témoins inventoriés dans les mêmes quartiers, peu importe le nid d'oiseaux avec lequel ils ont été associés. Une fois l'analyse complétée, si le statut d'élagage semblait être un facteur déterminant pour l'oiseau, une nouvelle analyse discriminante était effectuée pour vérifier si un type d'élagage (au centre de l'arbre formant une ouverture en « V » ou en périphérie) ou l'une des deux catégories d'années de croissance des rejets (0-1 an et 2 ans et plus) avaient une influence significative. Le logiciel JUMP Pro 12.0.1 a été utilisé pour faire les analyses. Ce dernier utilise la distance Mahalanobis basée sur la corrélation entre les variables et qui, contrairement à la distance euclidienne, accorde un poids moins important aux données les plus dispersées (De Maesschalck *et al.*, 2000).

Tableau 2.5. Facteurs d'influence utilisés dans les analyses discriminantes.

Nids d'oiseaux situés dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation	Nids d'oiseau situés dans les quartiers à forte densité de végétation	Nids d'écureuils
<ul style="list-style-type: none"> • Essence de l'arbre • Statut de l'arbre (élagué ou non) • Hauteur de l'arbre 	<ul style="list-style-type: none"> • Essence de l'arbre • Statut de l'arbre (élagué ou non) • Hauteur de l'arbre 	<ul style="list-style-type: none"> • Essence de l'arbre • Statut de l'arbre (élagué ou non)

Dans un deuxième temps, des analyses discriminantes ont été effectuées pour les quartiers à forte densité de végétation en utilisant les mêmes facteurs explicatifs (Tableau 2.5) et en comparant avec des arbres témoins échantillonnés dans ces mêmes quartiers. Cette série d'analyse parallèle s'explique par le contexte différent des quartiers à forte densité de végétation. Contrairement aux quartiers à faible et à moyenne densité de végétation où l'on retrouve majoritairement des arbres isolés sur les propriétés, le réseau de distribution en milieu à forte densité de végétation est essentiellement situé en bordure de forêts. Les oiseaux ont donc un grand choix lorsqu'il s'agit de sélectionner un arbre comme site de nidification. Les espèces pouvant nicher en forêt ont la possibilité de s'éloigner des routes où nous notions les

arbres possédant un nid, et ceux qui préfèrent les bordures ont un choix élevé d'arbres.

Finalement, en troisième lieu, des analyses discriminantes ont été effectuées pour déterminer les facteurs influençant le choix d'arbres des écureuils avec comme facteurs l'essence et le statut (élagué ou non) de l'arbre (Tableau 2.5). Si le statut d'élagage était un facteur significatif, une deuxième analyse permettait de déterminer si le type d'élagage (en ouverture ou en périphérie) ou l'année d'élagage (0-1 an ou 2 ans et plus) avait une influence.

2.2.9.3. Influence de l'élagage sur la position des nids dans l'arbre

Pour savoir si l'élagage influence la sélection du microsite de nidification des oiseaux à l'échelle de l'arbre, nous avons vérifié si les oiseaux choisissent une zone différente pour installer leur nid dans un arbre élagué par rapport à un arbre non élagué (Figure 2.3). Seules les espèces présentant suffisamment d'effectifs et dont les nids étaient situés dans différentes zones étaient éligibles pour ce test. Le Merle d'Amérique est la seule espèce qui répondait à ces critères. Le Viréo mélodieux et le Chardonneret jaune nichent systématiquement en périphérie des couronnes, peu importe le statut d'élagage de l'arbre porteur, et donc ne pouvaient être utilisés pour ce test.

Le test statistique khi-carré a été choisi puisqu'il permet de déterminer si les valeurs observées (nids positionnés dans des arbres élagués) correspondent aux valeurs attendues théoriquement (arbres non-élagués). Si c'est le cas, on en conclut que les facteurs d'influence utilisés pour le test, c'est-à-dire la zone d'emplacement dans l'arbre et le statut d'élagage de l'arbre, sont indépendants (Koehler, 2005). Puisque l'effectif des zones « Tronc », « Ouverture » et « Centre » était peu élevé (moins de 9%, Tableau 2.9) et qu'il s'agit de zones très similaires (l'ouverture dans un arbre

élagué correspond au centre et au tronc des arbres non élagués), les nids de ces zones ont été regroupés. Le tableau de contingence porte donc sur deux zones (centre et périphérie) et deux statuts d'élagage (élagué ou non-élagué).

2.2.9.4. Utilisation des branches naturelles et des rejets

Nous avons également utilisé le test statistique khi-carré pour comparer l'utilisation des branches naturelles et des rejets pour l'installation des nids, entre les quartiers à faible et moyenne densité de végétation et les quartiers à forte densité de végétation.

2.2.9.5. Répartition des nids dans la zone d'élagage de distribution d'électricité

Pour pouvoir illustrer les espèces susceptibles d'être dérangées par les travaux d'entretien associées à la distribution d'électricité spécifiquement, nous avons retiré de notre liste les nids qui se retrouvent en bas de la zone d'élagage. Cette zone est de 3.5 m en dessous du fil de moyenne tension le plus bas, mais puisqu'il est possible d'avoir plusieurs fils, nous avons estimé qu'un dégagement de 4 m serait plus représentatif. Dans les rues visitées, la hauteur moyenne des fils de moyenne tension était de 10,5 m. Nous avons donc retiré les nids en dessous de 6,5 m de hauteur et avons représenté les résultats dans un graphique indiquant les nids dans les arbres non élagués, ceux élagués par le distributeur d'électricité, ainsi que par tout autre intervenant.

2.2.9.6. Risques de prises accessoires et de perturbation des nids

Le risque de prises accessoires exprimé en pourcentage représente la proportion de nids que nous avons estimée sur le terrain pouvant disparaître lors d'une prochaine

session d'élagage. Le même principe s'applique à la proportion du couvert protecteur proximal pouvant disparaître lors de ces travaux.

2.3. Résultats

2.3.1. Persistance des nids

Parmi les 142 nids découverts à l'automne 2013, 117 ont été revisités au printemps 2014 et 64 d'entre eux étaient encore visibles, ce qui équivaut à un pourcentage de persistance moyen de 54,7% pour l'hiver 2013-2014 (Figure 2.4). Ce taux varie de 39% pour les nids de moyenne taille à 100% pour les grands nids. Ces calculs indiquent que le nombre de nids découverts au printemps sous-estime les densités de nids construits à l'été précédent.

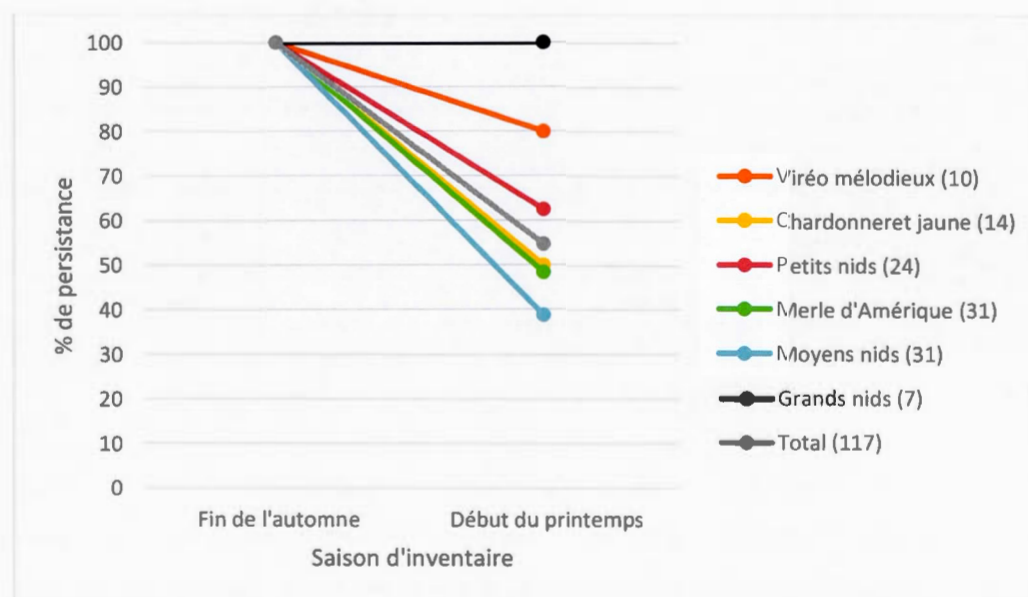


Figure 2.4. Pourcentage de persistance des nids suite à l'hiver 2013-2014. Les effectifs de départ (automne 2013) sont indiqués entre parenthèses.

2.3.2. Tendances générales

Sur les 200 km de rues échantillonnées, on a noté 251 nids d'oiseaux (sans la correction en fonction de la persistance des nids) pour une densité totale de 1,72 nids/km (avec correction de persistance des nids) et 1609 nids d'écureuils pour une densité de 8,02 nids/km.

Dans les catégories d'oiseaux, le Merle d'Amérique est celui qui a le plus grand effectif (65 nids, Tableau 2.6), suivi de très près par les nids de taille moyenne (64 nids). Le Viréo mélodieux est la catégorie d'oiseau la moins présente (22 nids).

Tableau 2.6. Nombre de nids observés selon le type de quartiers. Ces résultats sont les seuls à ne pas avoir été corrigés en fonction de la persistance des nids.

Types de quartier	Faible densité de végétation (0-7,5%)	Moyenne densité de végétation (7,5-20%)	Forte densité de végétation (>20%)	Total
Catégories d'oiseaux				
Viréo mélodieux	1	12	9	22
Chardonneret jaune	4	9	11	24
Petits nids	11	13	19	43
Merle d'Amérique	34	24	7	65
Moyens nids	23	31	10	64
Grands nids	13	12	8	33
Tous les nids	86	101	64	251
Écureuils	745	763	96	1604

La comparaison des trois types de quartiers indique que la densité totale de nids d'oiseaux augmente avec la densité du couvert forestier (Figure 2.5). On retrouve moins de nids dans les quartiers à faible densité de végétation, soit 146 nids/100 km, comparativement aux deux autres types de quartiers, soit 193 nids/100 km pour les quartiers à moyenne densité de végétation et de 208 nids/100 km pour les milieux à

fort couvert forestier. La majorité des catégories d'oiseaux suit aussi cette tendance, sauf le Merle d'Amérique qui présente une tendance inverse ainsi que les nids de taille moyenne qui montrent une diminution de nids dans les quartiers à forte densité de végétation.

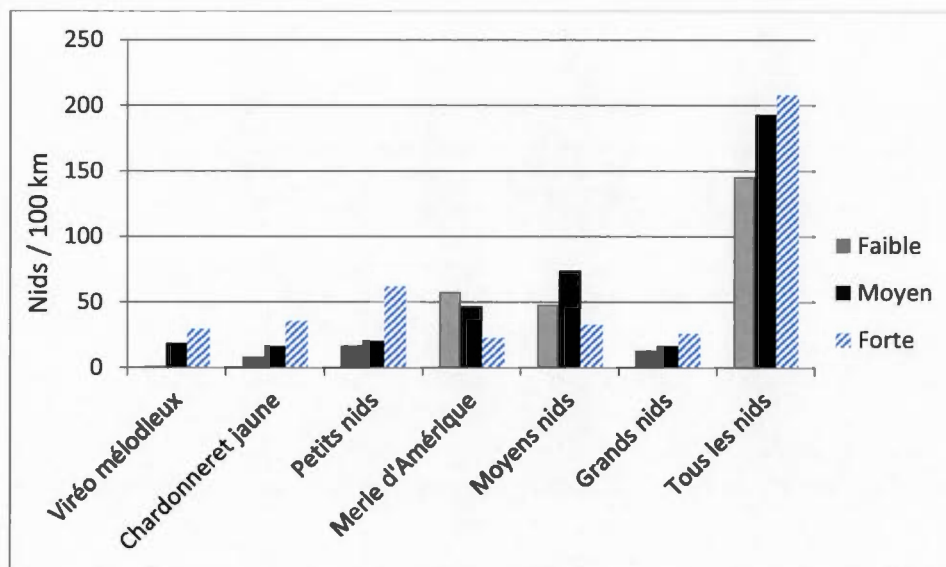


Figure 2.5. Densité de nids observés par 100 km de rue selon le type de quartier.

La Figure 2.6 montre une tendance chez l'ensemble des oiseaux à utiliser un peu plus les arbres non élagués, mais qui se reflète différemment d'une espèce à l'autre. C'est le cas du Viréo mélodieux, du Chardonneret jaune, des oiseaux construisant de petits et de moyens nids, alors que les Merles d'Amérique et les oiseaux construisant de grands nids utilisent un peu plus les arbres élagués.

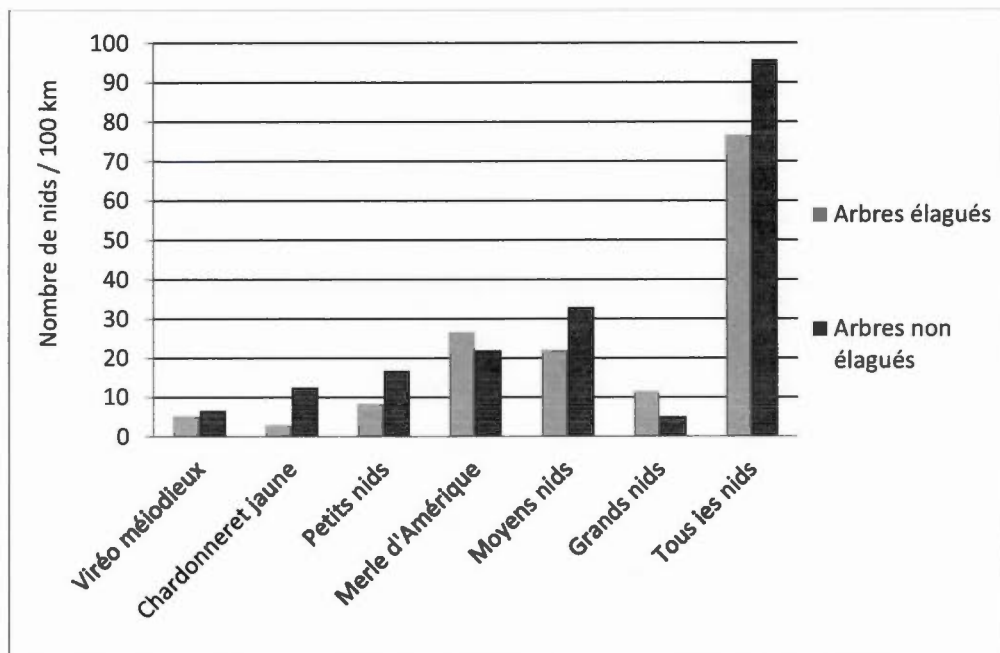


Figure 2.6. Densité de nids retrouvés dans des arbres élagués et non élagués dans l'ensemble des quartiers.

2.3.3. Facteurs explicatifs dans la sélection des arbres de nidification dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation

Dans le Tableau 2.7, les analyses discriminantes pour la majorité des espèces indiquent que leur choix de site de nidification est influencé par l'essence de l'arbre. Le Viréo mélodieux et les oiseaux qui construisent des nids de taille moyenne sont plutôt influencés par la hauteur de l'arbre. Aucun facteur n'est significatif pour le groupe des petits nids. Seule la catégorie des grands nids et les écureuils sont influencés par le statut d'élagage de l'arbre. Une deuxième analyse a permis de déterminer que les oiseaux construisant de grands nids privilégiaient les arbres élagués en ouverture. Le même statut d'élagage est apprécié par les écureuils, en plus des arbres élagués ayant plus de 2 années de croissance depuis la dernière session d'élagage.

Tableau 2.7. Facteurs influençant la sélection de site de nidification dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.

Catégories d'oiseaux	Facteur	Relation	<i>p</i>
Viréo mélodieux	Hauteur	+	<0,001
Chardonneret jaune	Autres érables	+	0,04
Petits nids	Aucun		
Merle d'Amérique	Érable de Norvège	+	<0,001
	Petits arbres	+	0,02
Moyens nids	Hauteur	-	<0,003
Grands nids	Tilleul sp.	+	<0,001
	Grands arbres	+	<0,001
	Frêne sp.	+	0,03
	Ouverture	+	0,003
	Élagage en ouverture	+	<0,001
Écureuil	Arbres moyens	+	<0,001
	Érables	+	0,0003
	Petits arbres	+	0,0005
	Tilleuls	+	0,018
	2 années de croissance et plus	+	0,025

2.3.3.1. Viréo mélodieux

Le seul facteur explicatif qui s'est avéré significatif pour le Viréo mélodieux lors des analyses discriminantes est la hauteur totale de l'arbre ($p < 0,001$, Tableau 2.7). La hauteur moyenne des arbres avec un nid de Viréo est de 23,5 m alors que la hauteur moyenne des arbres disponibles est de 11,0 m. Cette tendance s'est traduite par un choix de l'érable argenté et de la catégorie des grands arbres dans des proportions plus élevées que la disponibilité observée sur le terrain (Figure 2.7). Dans la catégorie des grands arbres, seuls les peupliers ont été choisis.

Même si les nids de Viréo, toujours installés en périphérie (Figure 2.8) sur des branches naturelles (Figure 2.9), se sont retrouvés légèrement plus souvent dans des

arbres élagués (54%), ce facteur n'est pas ressorti significatif des analyses, indiquant que l'oiseau est indifférent au statut d'élagage de l'arbre ($p = 0,27$).

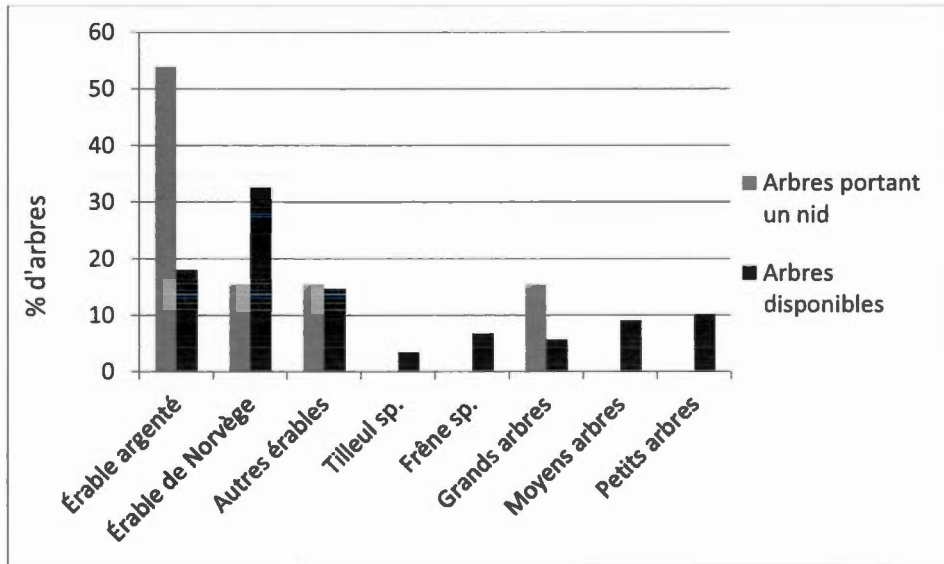


Figure 2.7. Essences disponibles et utilisées pour la nidification du Viréo mélodieux dans les quartiers où des nids ont été observés.

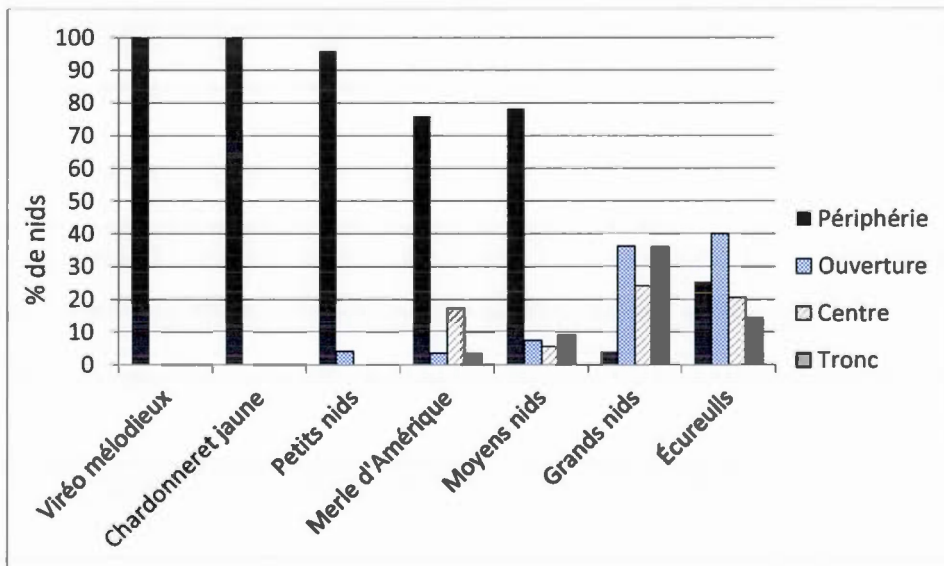


Figure 2.8. Positionnement du nid dans l'arbre pour les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.

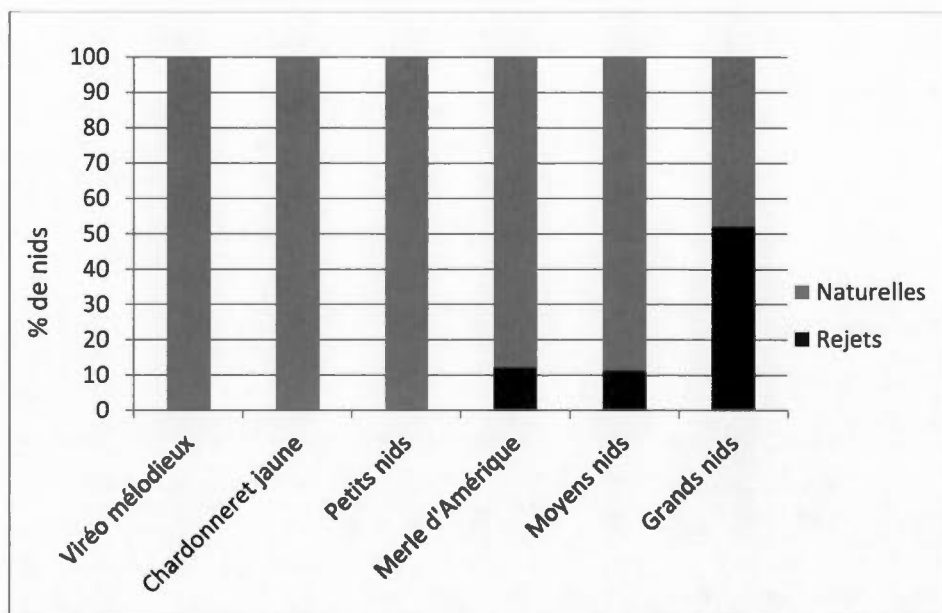


Figure 2.9. Proportion de branches naturelles ou de rejets utilisés comme support pour les nids.

2.3.3.2. Chardonneret jaune

Le facteur explicatif qui s'est avéré significatif dans le cas du Chardonneret jaune est le groupe des autres érables ($p = 0,04$, Tableau 2.7). Ces arbres ont été utilisés en plus grande proportion que leur disponibilité rencontrée sur le terrain (Figure 2.10). D'ailleurs, les nids de Chardonneret retrouvés dans les quartiers à faible et à moyenne densité de végétation, ont été observés exclusivement dans des érables. De plus, même si l'érable de Norvège n'a pas une influence significative ($p = 0,07$), l'oiseau a une bonne tendance à utiliser aussi cette essence.

Le Chardonneret jaune qui installe son nid exclusivement en périphérie (Figure 2.8) sur des branches naturelles (Figure 2.9), utilise plus souvent des arbres non élagués, mais sans que ce soit significatif ($p = 0,39$).

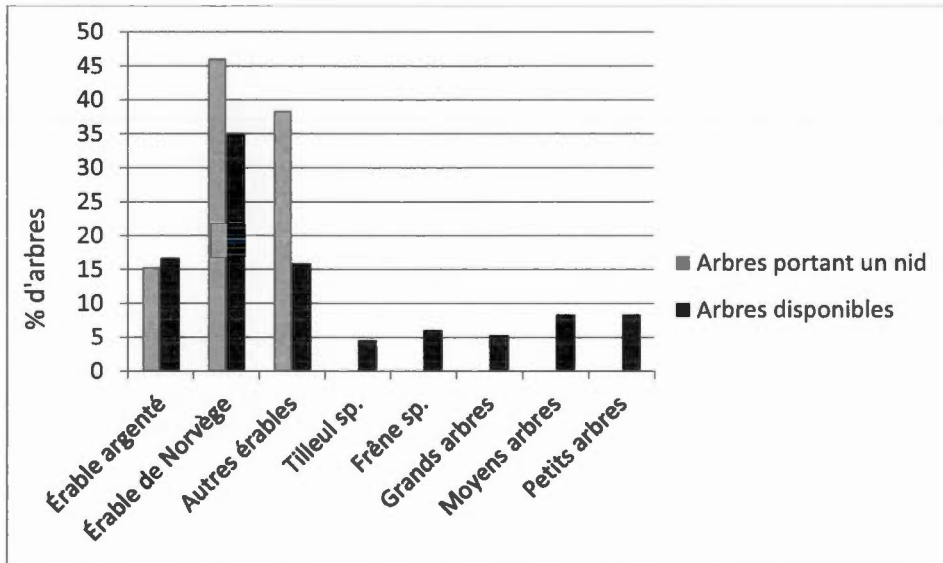


Figure 2.10. Arbres disponibles et utilisés pour la nidification du Chardonneret jaune dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.

2.3.3.3. Petits nids

Aucun facteur ne s'est avéré significatif pour expliquer le choix d'arbre des oiseaux construisant de petits nids (Tableau 2.7). Parmi les facteurs non significatifs, le seul qui mérite d'être mentionné est l'évitement des petits arbres ($p = 0,09$, Figure 2.11).

Les petits nids, installés presque exclusivement en périphérie (Figure 2.8) et sur des branches naturelles (Figure 2.9), ont été retrouvés non significativement plus souvent dans des arbres élagués ($p = 0,39$).

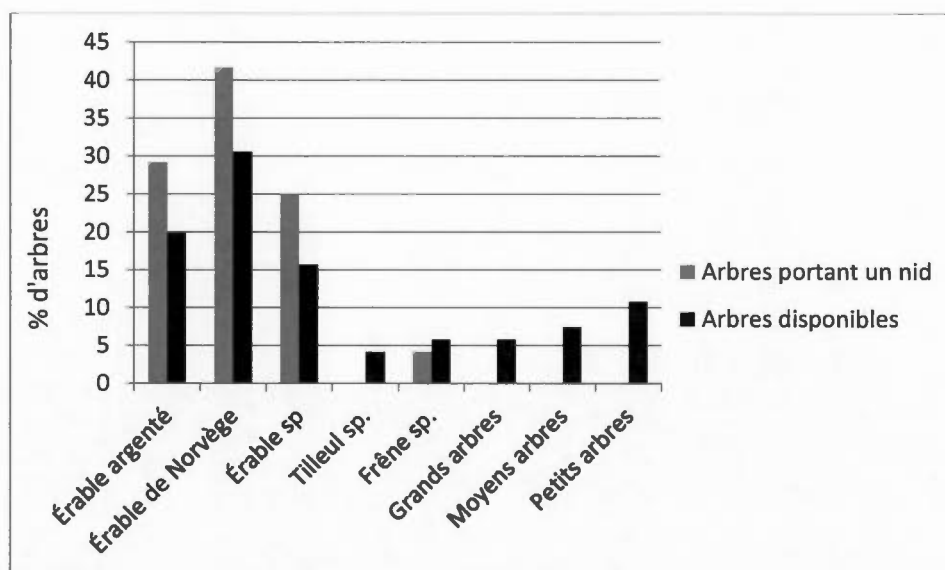


Figure 2.11. Arbres disponibles et utilisés pour la nidification des oiseaux construisant des petits nids dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.

2.3.3.4. Merle d'Amérique

Même si son nid a été retrouvé dans une grande variété d'essences d'arbres, le Merle d'Amérique présente une nette préférence pour l'érable de Norvège (Figure 2.12), qui est d'ailleurs le principal facteur expliquant la sélection d'arbre ($p < 0,001$, Tableau 2.7). Le groupe des petits arbres est aussi significativement plus utilisé ($p = 0,024$).

De plus, l'oiseau installe son nid majoritairement en périphérie (Figure 2.8), plus souvent sur des branches naturelles (Figure 2.9), mais n'a pas de préférence significative entre un arbre élagué ou non élagué ($p = 0,41$).

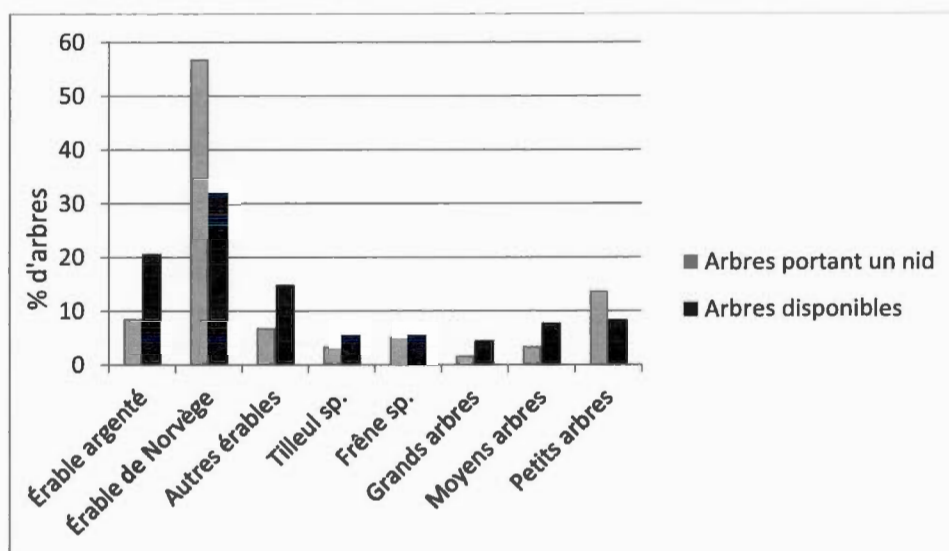


Figure 2.12. Arbres disponibles et utilisés pour la nidification du Merle d'Amérique dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.

2.3.3.5. Nids de taille moyenne

Bien que ce groupe soit composé de plusieurs espèces, la hauteur de l'arbre ($p = 0,003$, Tableau 2.7) s'est avérée un facteur significatif pour expliquer le choix des oiseaux en privilégiant les petits arbres (Figure 2.13).

Aussi, les nids de taille moyenne sont principalement localisés en périphérie (Figure 2.8) sur des branches naturelles (Figure 2.9) et plus fréquemment dans des arbres non élagués, mais cette tendance n'est pas significative ($p = 0,10$).

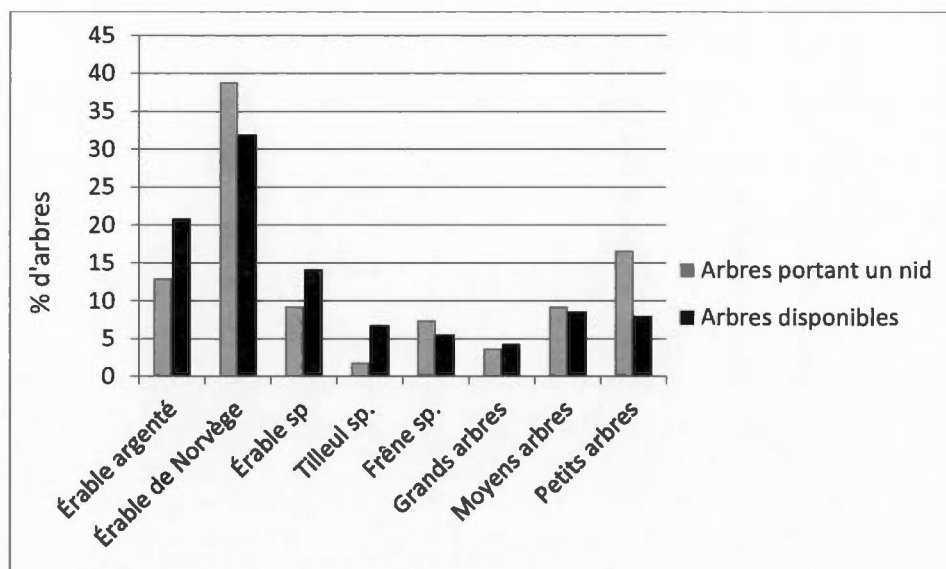


Figure 2.13. Arbres disponibles et utilisés pour la nidification des oiseaux construisant des nids de taille moyenne dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.

2.3.3.6. Grands nids

Même si la catégorie des grands nids regroupe plusieurs espèces d'oiseaux, quatre facteurs explicatifs se sont avérés significatifs lors des analyses (Tableau 2.7). Les tilleuls ($p < 0,001$), les grands arbres ($p < 0,001$) et, dans une moindre mesure, les frênes ($p = 0,03$) sont significativement plus utilisés que ce que leur abondance suggère (Figure 2.14). Aussi, de toutes les catégories d'oiseaux, seuls les oiseaux construisant de grands nids sont influencés par le statut d'égale ($p = 0,006$) en installant leur nids de préférence dans un arbre dont la dernière session d'égale date de plus de 2 ans ($p = 0,003$, Figure 2.15). De plus, les nids sont significativement plus souvent installés dans la zone d'ouverture créée par l'égale ($p = 0,003$), appuyés sur des rejets davantage que sur des branches naturelles (Figure 2.15).

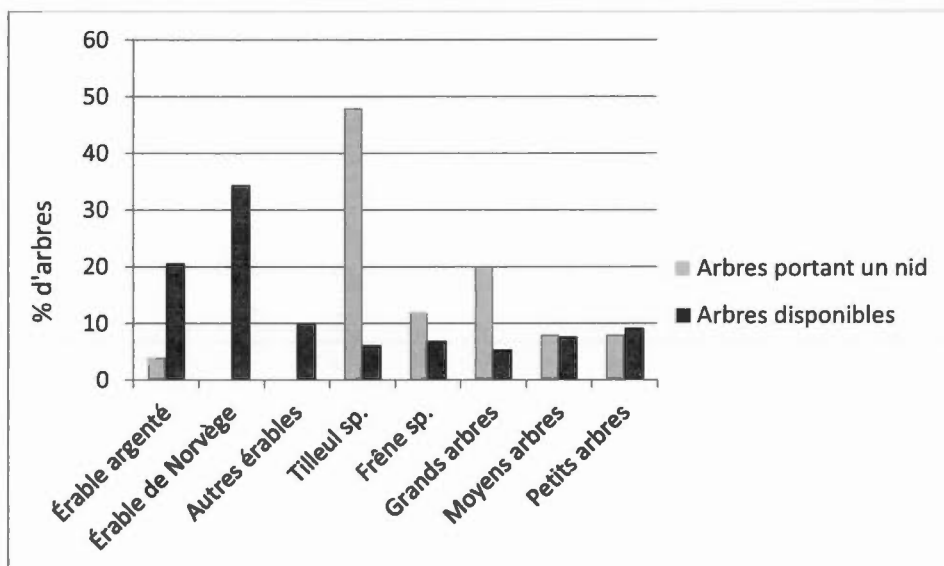


Figure 2.14. Arbres disponibles et utilisés pour la nidification des oiseaux construisant des grands nids dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation où des nids ont été observés.

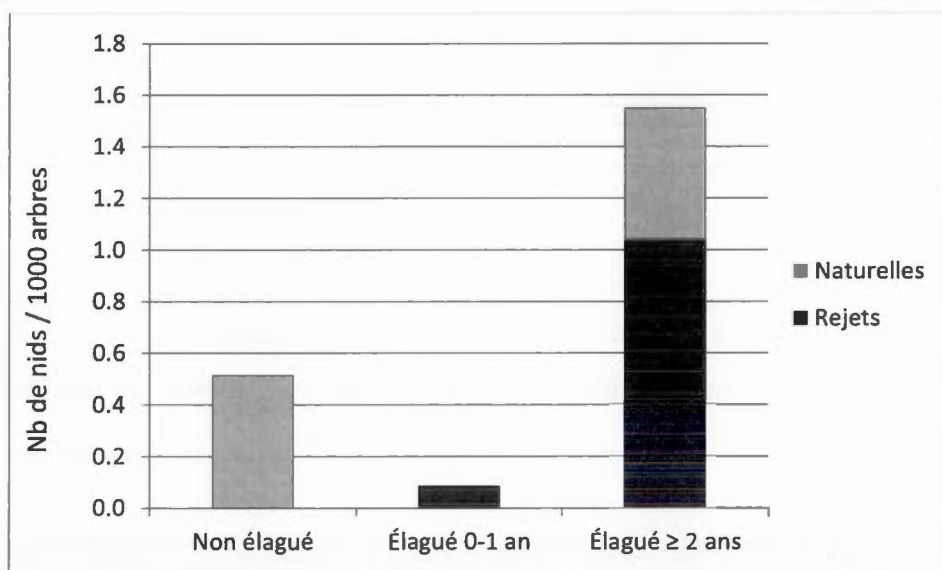


Figure 2.15. Statut d'élagage des arbres, nombre de saisons de croissance depuis la dernière session d'élagage et types de branches utilisées par la catégorie des nids de grande taille dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.

2.3.3.7. Écureuil

N'ayant pas mesuré la hauteur des arbres dans le cas des nids d'écureuils, l'analyse discriminante n'a intégré que l'essence et le statut d'élagage de l'arbre. Parmi ces facteurs, plusieurs se sont avérés significatifs. Les écureuils installent préférentiellement leur nids dans des arbres élagués ($p = 0,0002$) d'essences appartenant à la catégorie des arbres de taille moyenne ($p < 0,0001$), des érables ($p = 0,0003$), des essences de petite taille ($p = 0,0005$) ou des tilleuls ($p = 0,018$, Tableau 2.7).

Suite à ce constat, une seconde analyse discriminante effectuée en ajoutant le type d'élagage, révèle que l'écureuil a tendance à installer son nid dans un arbre élagué au centre de la cime créant une ouverture ($p < 0,001$) et que l'arbre choisi a connu deux saisons de croissance ou plus depuis la dernière session d'élagage ($p = 0,025$).

80% des nids d'écureuils ont été retrouvés dans des arbres élagués (Figure 2.16) et ces derniers sont 3,5 fois plus souvent utilisés que les arbres non élagués. L'écureuil installe son nid partout dans l'arbre (Figure 2.8), tant au centre de la couronne (20%) qu'en périphérie (24%) ou tout près du tronc (17%) avec une présence plus élevée dans l'ouverture créée par l'élagage (39%). Ces multiples endroits font en sorte qu'il utilise autant les branches naturelles que les rejets pour appuyer son nid (Figure 2.16).

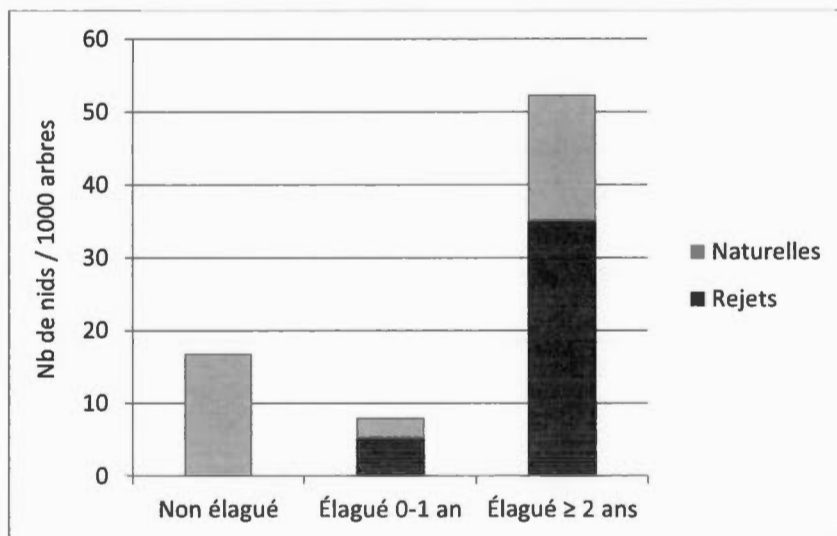


Figure 2.16. Statut d'élagage des arbres, nombre de saisons de croissance depuis la dernière session d'élagage et types de branches utilisées par les nids d'écureuils dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation.

2.3.4. Facteurs explicatifs dans la sélection des arbres de nidification dans les quartiers à forte densité de végétation

Les arbres de rue des milieux denses sont essentiellement situés en bordure de boisé d'origine naturelle. Leur composition et leur architecture diverge de ce qu'on retrouve en milieu plus urbain. De fait, pour plusieurs espèces d'oiseaux, les facteurs influençant le choix de site de nidification dans ces quartiers sont différents de ceux retrouvés dans les quartiers à faible et moyenne densités (Tableau 2.8). Le Viréo mélodieux sélectionne préférentiellement les arbres de grande taille tout comme dans les quartiers à faible et moyenne densités de végétation, mais évite les frênes. Aucun facteur ne s'est avéré significatif pour expliquer le choix du Chardonneret jaune et du Merle d'Amérique. Dans la catégorie des petits nids, cette fois-ci un facteur explicatif s'est avéré significatif, soit l'évitement des frênes. Comme dans les quartiers à faible et moyenne densités de végétation, les oiseaux construisant des nids de taille

moyenne préfèrent les arbres plus petits. Dans les milieux à forte densité de végétation, les grands nids sont préférentiellement installés dans des ormes. Finalement, l'écureuil préfère encore les arbres élagués peu importe l'essence, mais évitera les arbres élagués en périphérie.

Tableau 2.8. Facteurs qui influencent la sélection de site de nidification des oiseaux en bordure de milieu à couvert dense.

Catégories	Facteur	Relation	<i>p</i>
Viréo mélodieux	Hauteur	+	<0,001
	Frêne sp.	-	0,02
Chardonneret jaune	Aucun		
Petits nids	Frêne sp.	-	0,005
Merle d'Amérique	Aucun		
Moyens nids	Hauteur	-	<0,001
Grands nids	Orme sp.	+	0,005
Écureuils	Élagué	+	<0,001
	Élagage en périphérie	-	0,001

La zone choisie dans l'arbre pour installer le nid est semblable dans les 3 types de quartiers pour plusieurs espèces (Figure 2.8 et Figure 2.17). Les Viréos mélodieux et les Chardonnerets jaunes installent encore leurs nids en périphérie tout comme la majorité des oiseaux qui construisent de petits nids. Alors que le Merle d'Amérique installe la majorité de ses nids en périphérie dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation, il utilise toutes les zones dans les quartiers à forte densité de végétation, toujours avec une certaine préférence pour la périphérie. Les nids de taille moyenne sont toujours en plus grand nombre dans la périphérie de l'arbre, mais les autres emplacements ont un pourcentage plus élevé que dans les secteurs à faible et moyenne densités de végétation. Dans le cas des grands nids, la distribution est similaire. Seul le centre présente moins d'effectifs. Finalement, les écureuils ont une

préférence accentuée pour installer leur nid tout près du tronc ou dans l'ouverture créée par l'élagage.

Tout comme la zone choisie dans l'arbre, le type de branche sur lequel est appuyé le nid est similaire entre les trois types de quartiers. Dans les quartiers à forte densité de végétation, les Viréo mélodieux, Chardonneret jaune et les oiseaux construisant de petits nids utilisent les branches naturelles (Figure 2.18), tout comme dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation. Les Merles d'Amérique ($p = 0,86$) et les écureuils ($p = 0,75$) utilisent les rejets dans des proportions similaires aux quartiers à faible et moyenne densité de végétation et les oiseaux construisant de moyens et de grands nids ont tendance à utiliser plus souvent les rejets dans les milieux à forte densité de végétation (moyens nids : 30%, grands nids : 60%) que dans les milieux à faible et moyenne densité de végétation (moyens nids : 13%, grands nids : 52%), mais avec une différence non significative (moyens nids : $p = 0,11$; grands nids : $p = 0,60$)

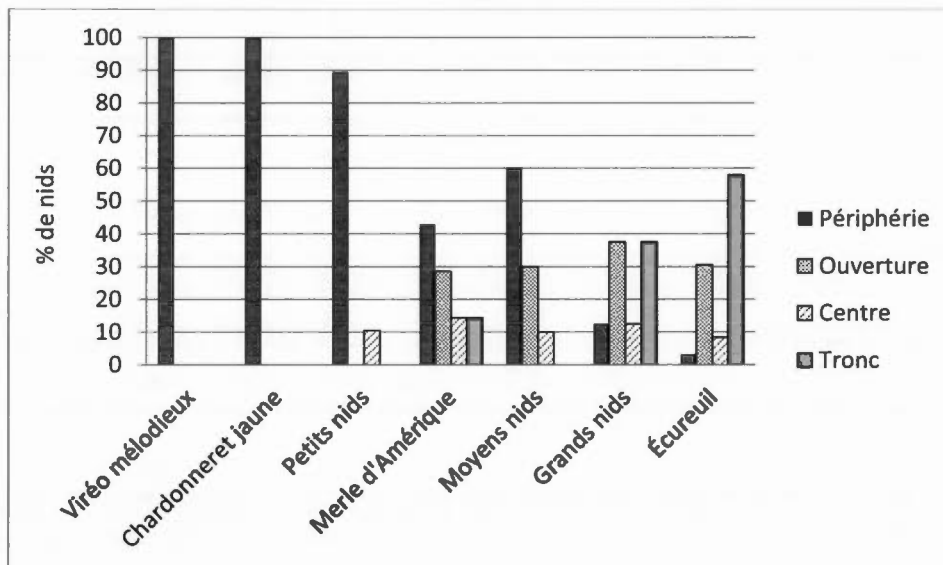


Figure 2.17. Positionnement des nids dans les arbres dans les quartiers à forte densité de végétation.

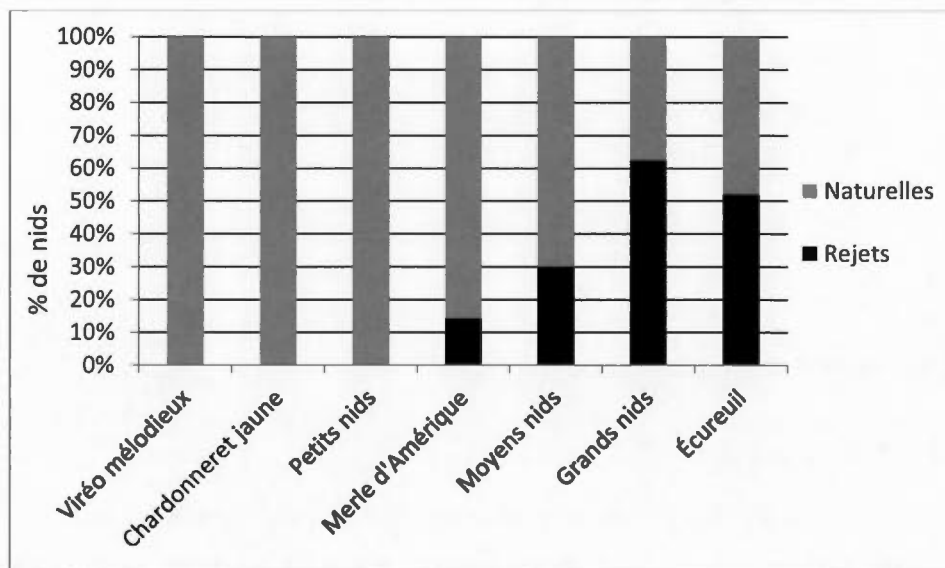


Figure 2.18. Utilisation de branches naturelles ou rejets dans les quartiers à forte densité de végétation.

2.3.5. Influence de l'élagage sur le positionnement des nids dans l'arbre

Le Merle d'Amérique installe ses nids en périphérie dans 76% des cas, distribués presque également (52% et 48%) entre les arbres élagués et non élagués (Tableau 2.9). Quatorze (14) nids se retrouvent au centre de la cime, dans l'ouverture ou près du tronc eux aussi, divisés également (50%) entre les arbres élagués et non élagués.

Le résultat du test de khi-carré indique qu'il n'y a pas de lien entre l'élagage des arbres et la zone choisie par le merle pour installer son nid dans l'arbre ($\chi^2 = 0,02$; $p = 0,88$). L'élagage n'influence donc pas l'oiseau dans son choix de zone pour installer son nid.

Tableau 2.9. Emplacement des nids de Merles d'Amérique dans l'arbre selon le statut de l'arbre porteur de nid.

Statut de l'arbre	Tronc, Ouverture, Centre	Périphérie
Élagué	7	23
Non élagué	7	21

2.3.6. Risques de prises accessoires

De la même manière que l'emplacement des nids dans l'arbre varie en fonction des espèces, les risques de prises accessoires sont spécifiques à chaque espèce ou à chaque type de taille de nids (Tableau 2.10). Dans le cas des nids de Viréo mélodieux, du Chardonneret jaune et des oiseaux qui construisent de petits nids qui nichent généralement en périphérie, donc loin de la zone d'élagage, le risque est pratiquement nul. Pour le Merle d'Amérique, qui niche aussi de préférence en périphérie, le risque de prise accessoire est assez bas dans les quartiers à faible et moyenne densité de végétation, mais il est plus élevé (14,3%) dans les quartiers à forte densité, tout comme le risque de perturbation qui s'élève à 28.6%. Pour les nids de moyenne taille, le risque de prise accessoire est faible, voire nul (quartiers à forte densité). Par contre, le risque de perturbation de l'environnement proximal est assez élevé dans les quartiers à faible densité et grimpe jusqu'à 30,0% dans les quartiers à forte densité.

Les grands nids sont les plus à risques puisqu'ils prennent souvent appui sur des branches naturelles ou les rejets situés dans l'ouverture ou le centre de la couronne. Même si dans les quartiers à forte densité aucun nid ne s'est retrouvé dans une zone à risque de prise accessoire, la perturbation de l'environnement proximal du nid s'élève à 25,0%. Ce risque augmente à 50,0% dans les quartiers à moyenne densité de végétation.

Dans le cas des écureuils, un maximum de 7% des nids est à risque, tandis que 33% (quartiers à faible et moyenne densité de végétation) et 39% (forte densité de végétation) de ceux-ci risquent de perdre leur protection provenant de l'environnement proximal.

Tableau 2.10. Vulnérabilité des nids lors des sessions d'élague.

Espèces	Faible densité de végétation (0 -7,5%)	Moyenne densité de végétation (7,5-20%)	Forte densité de végétation (≥ 20%)
	% du nombre de nids à risque de prise accessoire (Risque de perturbation de l'environnement immédiat ¹)		
Catégories de nids d'oiseaux			
Viréo mélodieux	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Chardonneret jaune	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Petits nids	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Merle d'Amérique	2,9 (8,8)	8,3 (12,5)	14,3 (28,6)
Moyens nids	4,4 (17,4)	3,3 (6,5)	0 (30,0)
Grands nids	15,4 (38,5)	25,0 (50,0)	0 (25,0)
Total des nids	4,6 (14,0)	5,9 (10,9)	1,6 (10,9)
Nids d'écureuils			
Écureuils	6,8 (33,8)	5,8 (33,3)	7,0 (38,8)

¹Inclut le risque de prise accessoire.

2.3.7. Les nids retrouvés dans la zone de dégagement des fils de moyenne tension

On retrouve légèrement plus de nids à la hauteur de la zone de dégagement des fils électriques de moyenne tension pour l'ensemble des espèces (Figure 2.19), soit 42 nids/100 km alors que 35 nids/100 km sont localisés en bas de cette zone. Les Chardonnerets jaunes et les oiseaux construisant de grands nids ont une légère tendance à installer leur nid à cette hauteur. Les nids de Viréo mélodieux, les petits et les moyens nids se retrouvent plus souvent dans cette zone avec une différence plus

marquée. En fait, seul le Merle d'Amérique installe son nid plus régulièrement en bas de la zone de dégagement des fils.

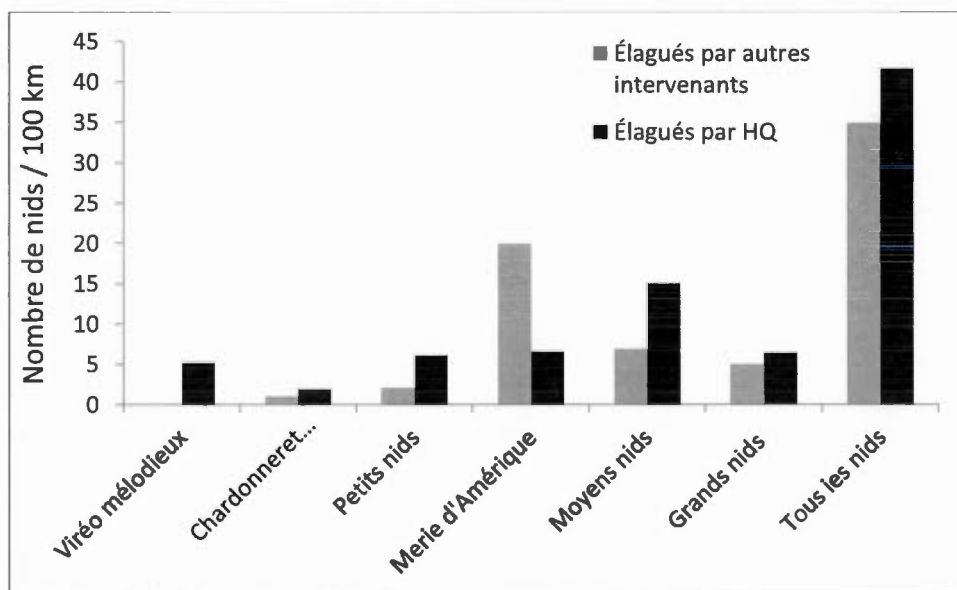


Figure 2.19. Nombre de nids retrouvés dans les deux zones d'élagage, soit celle d'Hydro-Québec à 6,5 m et plus, et celle des autres intervenants en-dessous de 6,5 m, pour l'ensemble des quartiers.

2.4. Discussion

Les activités d'entretien et de contrôle de la végétation sont courantes sur les arbres de rue en milieu urbain, soit dans un but esthétique, pour prévenir les futures chutes de branches, pour dégager les voies publiques (Ville de Montréal, 2016), ou pour encore protéger le mobilier urbain incluant le réseau de distribution électrique (Hydro-Québec, 2016b). Ces activités modifient l'architecture normale des arbres et peuvent interférer avec les activités de reproduction des oiseaux en changeant la structure de l'habitat de ceux-ci, en retirant un nid par inadvertance, ou en dégageant

son couvert protecteur proximal. Dans plusieurs juridictions, ceci contrevient à des lois sur la protection de la faune.

À notre connaissance, aucune autre étude n'a documenté l'impact de l'élagage sur le choix du site de nidification des oiseaux. L'objectif de notre recherche était donc d'identifier les principaux facteurs qui affectent les oiseaux dans leur sélection de site de nidification et de déterminer si l'élagage exerçait une influence quelconque sur ce choix. Nos résultats montrent que les oiseaux sélectionnent leur site de nidification en fonction de caractéristiques spécifiques à chaque espèce ou catégories d'espèces et que le statut d'élagage constitue au mieux un facteur secondaire dans leur choix d'un arbre de nidification.

2.4.1. Facteurs de sélection des sites de nidification à l'échelle de l'arbre

Dans bien des cas, l'essence est le facteur le plus important. C'est le cas du Chardonneret jaune qui est particulièrement associé aux érables et qui est d'ailleurs reconnu pour avoir une préférence envers ce genre d'espèces d'arbres (Peck et James, 1987). L'essence de l'arbre est aussi un facteur significatif pour le Merle d'Amérique qui installe son nid dans un arbre de la catégorie des petits arbres ou dans un érable de Norvège. L'ensemble des érables de Norvège, considéré comme un arbre de taille moyenne (Farrar, 2012), avait une hauteur moyenne de 8.0 m, alors que ceux possédant un nid avaient une hauteur moyenne de 7,8 m. Le Merle d'Amérique, qui utilise de préférence les conifères lors de sa première nichée au printemps (Morneau *et al.*, 1995), installe son nid dans un arbre feuillu par la suite où il niche à 7,9 m de hauteur en moyenne (Vanderhoff *et al.*, 2014). Il utilise donc très peu les grands arbres tout comme l'ont démontré les résultats des analyses et s'est même adapté à l'érable de Norvège qui est une plante exotique (Farrar, 2012).

Pour la catégorie des grands nids, ce sont les tilleuls, les grands arbres et les frênes qui ont été sélectionnés lors du choix de site de nidification. Cette catégorie d'oiseaux regroupe plusieurs espèces dont la Corneille d'Amérique, le Grand Corbeau et plusieurs rapaces dont l'Épervier de Cooper, la Buse à épaulettes, la Buse à queue rousse et le Faucon émerillon. Cependant, lors des inventaires sur le terrain, les deux espèces les plus fréquemment observées étaient le Faucon émerillon et la Corneille d'Amérique (Annexe A et B). Les autres espèces étaient très rares. Le Faucon émerillon ne construit pas de nid, mais utilise celui de la Corneille d'Amérique ou d'un autre rapace (Warkentin *et al.*, 2005). Les grands arbres choisis par cette catégorie d'oiseaux correspondent très bien aux exigences de la Corneille d'Amérique (McGowan, 2001) qui installe son nid en milieu urbain en moyenne à $21,2 \text{ m} \pm 6,16 \text{ m}$ (Verbeek et Caffrey, 2002).

La hauteur des arbres a été le facteur explicatif pour le Viréo mélodieux et la catégorie des nids de taille moyenne. Dans le cas du viréo, l'analyse indiquait une préférence pour les arbres de grande taille. Les nids de viréo ont été retrouvés surtout dans les érables argentés et les érables à sucre, considérés comme de grands arbres, et dans les peupliers considérés de taille moyenne à grande (Farrar, 2012). D'ailleurs, l'espèce est connue pour avoir une préférence envers ces deux essences (Peck et James, 1987). La moyenne des nids retrouvés fut placée à une hauteur de 12,2 m dans l'arbre. Gardali et Ballard (2000) rapportent une hauteur moyenne entre 6 et 9 m, mais ceci inclut les arbustes dans lesquels l'oiseau peut aussi installer son nid et que nous n'avons pas pris en considération. En fait, il a une très grande variabilité dans son choix de hauteur variant de 1.1 m jusqu'à 37 m (Gardali et Ballard, 2000).

Dans le cas de la catégorie des nids de taille moyenne, l'analyse indiquait un évitement pour les grands arbres. Cette catégorie d'oiseaux regroupe un grand nombre d'espèces, mais lors des inventaires ce sont surtout les Cardinal rouge,

Carouge à épaulettes, Jaseur d'Amérique, Quiscale bronzé et Tourterelle triste qui ont été observées (Annexe A). Les autres espèces ont été très rarement vues. Le Quiscale bronzé niche surtout dans des conifères (Peer et Bollinger, 1997), donc il y a peu de chance qu'un de ses nids se retrouve dans notre liste de nids observés. Parmi les autres espèces, les Carouge à épaulette (Yasukawa et Searcy, 1995), Jaseur d'Amérique (Witmer *et al.*, 2014) et Tourterelle triste (Otis *et al.*, 2008) installent leur nid dans des arbres, arbustes ou des vignes et le Cardinal rouge (Halkin et Linville, 1999) utilise des petits arbres ou des arbustes. Ce choix de végétation explique en partie pourquoi le résultat de l'analyse montre un évitement des grands arbres.

Finalement, les écureuils utilisent une grande variété d'essences d'arbres pour installer leur nid (Edwards et Guynn, 1995), comme l'a démontré notre analyse. L'important est d'avoir à proximité du nid des arbres qui offrent de la nourriture comme des noix ou des graines (Feldhamer *et al.*, 2003). Il faut noter que les écureuils font partie, avec les oiseaux construisant de grands nids, des deux seules catégories ayant une préférence pour les arbres élagués.

2.4.2. Influence de l'élagage sur la sélection de site de nidification

L'absence ou le caractère secondaire du statut d'élagage des arbres dans les facteurs explicatifs de plusieurs espèces est directement lié aux microhabitats utilisés par les oiseaux dans la couronne. Plus la taille des oiseaux, en lien avec la taille de leur nid, est faible, plus ils nichent en périphérie de la couronne (Figure 2.8), là où les interventions d'élagage sont peu fréquentes. De leur côté, les oiseaux qui construisent de grands nids ainsi que les écureuils, sont influencés positivement par l'élagage. Ils semblent percevoir un avantage à installer leur nid dans ou à proximité de la zone élaguée où ils trouvent un appui et une stabilité sur les branches coupées formant, en

quelque sorte, une plate-forme tout en offrant une protection contre les prédateurs par les rejets qui poussent sous la blessure (Millet, 2012). D'ailleurs, la Corneille d'Amérique est reconnue pour installer son nid à proximité du tronc sur une branche horizontale (Verbeek et Caffrey, 2002).

2.4.3. Influence de l'élagage sur la position du nid dans la couronne

Nos résultats ont montré que pour le Merle d'Amérique, l'élagage ne semble pas influencer le positionnement du nid à l'intérieur de la couronne. Cependant, il faut noter que les zones que nous avons délimitées dans l'arbre sont plutôt larges, de sorte qu'une caractérisation plus fine de l'emplacement des nids serait à faire pour évaluer si une faible influence due à l'élagage persiste.

Vu les effectifs trop restreints, il n'a pas été possible de tester cette hypothèse pour d'autres espèces. Dans le cas des espèces qui construisent des petits nids qu'ils situent presque'exclusivement dans la périphérie de la couronne peu importe le statut d'élagage, il est vraisemblable que la position demeure la même. Par contre, dans le cas de certaines espèces qui construisent de grands nids et qui les positionnent à des endroits suffisamment stables pour pouvoir les supporter, la sélection préférentielle d'arbres élagués en « V » pourrait impliquer que les nids sont davantage positionnés dans la zone correspondant à l'ouverture chez les arbres élagués que non élagués. Cette hypothèse n'a cependant pu être testée à l'espèce vu l'impossibilité d'identifier de manière assurée le constructeur du nid.

2.4.4. Influence de l'élagage dans les milieux à forte densité de végétation

Les deux quartiers à forte densité de végétation possèdent une structure végétale différente des milieux plus urbanisés. Des arbres isolés se retrouvent sur le terrain des quelques résidences présentes, mais surtout, de vastes étendues boisées permettent aux oiseaux d'avoir un grand choix lorsqu'il s'agit d'identifier l'arbre idéal pour installer leur nichée. Les oiseaux forestiers peuvent se camoufler à plusieurs mètres à l'intérieur des boisés, alors que les oiseaux de lisières n'ont pas l'obligation d'utiliser les premiers arbres en bordures, puisque l'effet de lisière se prolonge au-delà de l'emprise des lignes de distribution (Kroodsmá, 1982). De plus, nous avons constaté à plusieurs reprises que la limite des arbres était assez éloignée de la route, pour que les fils électriques puissent être dégagés seulement en périphérie de la couronne. Dans le cas des arbres de boisés qui se retrouvent sous les fils électriques, ils ne sont pas considérés comme des arbres ornementaux, et verront leur tronc principal coupé, en plus de devoir respecter une zone de dégagement plus large (Hydro-Québec, 2015). Aussi, le frêne est un arbre qui pousse bien à la lumière ainsi que dans des milieux perturbés comme on peut retrouver le long des routes (Farrar, 2012). Finalement, la composition de la communauté aviaire dans les milieux à forte densité de végétation est différente des deux autres types de secteurs. Entre autres, le nombre d'espèces indigènes et migratrices est plus élevé que les espèces introduites et résidentes (Chapitre 1, Figure 1.6 et Figure 1.7). Ces constructeurs de nids ont potentiellement des besoins différents lorsqu'il s'agit de choisir un arbre pour nicher.

L'ensemble de ces facteurs qui caractérise entre autres le contexte forestier différent des milieux à forte densité de végétation, expliquent probablement en partie les différences dans les facteurs explicatifs (Tableau 2.8) par rapport aux secteurs plus urbanisés (Tableau 2.7).

Comme mentionné plus tôt (section 2.4.1), dans les milieux à faible et moyenne densité de végétation, seuls les oiseaux construisant de grands nids sont influencés positivement par l'élagage. Nous considérons la Corneille d'Amérique comme étant l'oiseau le plus susceptible d'avoir construit ces nids. En milieu à forte densité de végétation, on retrouve plusieurs autres espèces construisant de grands nids. Cependant, ils ne peuvent être influencés par les arbres élagués à cause des exigences liées à leur choix de site de nidification. Par exemple, l'Épervier de Cooper utilise les forêts et occasionnellement des arbres isolés (Curtis *et al.*, 2006). Il choisit donc rarement un arbre en bordure de forêt où se retrouvent les arbres élagués. La Buse à queue rousse et la Buse à épaulettes préfèrent de très grands arbres (Preston et Beane, 2009; Dykstra *et al.*, 2008) qui ont peu de possibilité de croître à proximité du réseau de distribution puisque la coupe du tronc est fréquente. En fait, en milieu à forte densité de végétation, seul l'écureuil est significativement associé aux arbres élagués. Les arbres en bordure de forêts sont plus exposés à la lumière et ont la possibilité de produire plus de fruits, graines et noix. Les écureuils installent leur nid dans ou à la proximité d'un arbre procurant de la nourriture (Feldhamer *et al.*, 2003). Les bordures, où l'on retrouve le réseau de distribution, sont toutes indiquées pour répondre à leurs besoins, d'où le choix élevé des arbres élagués en milieu à forte densité de végétation chez ces animaux.

2.4.5. Risques de prises accessoires et de perturbation des nids

En plus de changer la structure de l'arbre, les travaux d'élagage peuvent provoquer la perte de nids ou du couvert protecteur proximal de ceux-ci. Toutes catégories d'oiseaux confondues, notre étude suggère que jusqu'à 5,9% (milieux à moyenne densité de végétation) des nids sont à risque de prises accessoires lors des interventions d'élagage et que les risques s'élèvent jusqu'à 14% (milieux à faible densité de végétation) lorsqu'on considère le dérangement occasionné à

l'environnement proximal du nid. D'ailleurs, puisqu'ils installent régulièrement leur nid dans la zone d'élagage, les espèces qui construisent de gros nids sont les plus vulnérables. Cependant, formant de grosses structures, ces nids sont visibles et seront plus facilement repérables par les opérateurs lors des travaux d'élagage.

Peu d'oiseaux installent leurs nids dans la zone d'élagage, mais même avec certaines précautions, les risques de dérangement ne sont pas nuls et l'oiseau le plus susceptible d'en subir les conséquences est le Merle d'Amérique (la moyenne des trois types de quartiers est de 8,5%, Tableau 2.10). Il est très présent dans l'ensemble des stations d'écoute que nous avons échantillonnées (entre 51% et 82% selon les milieux, Annexe A), et bien qu'il puisse installer son nid dans des arbustes ou sur des installations anthropiques (Vanderhoff *et al.*, 2014), il possède la plus forte densité de nids dans les arbres (entre 0,23 et 0,58 nid par km selon les milieux, Figure 2.5), dont une densité de 0,27 nid par km dans des arbres élagués (Figure 2.6).

2.4.6. Risque de dérangement dans la zone de dégagement des fils de moyenne tension

Il y a légèrement plus de nids à la hauteur de la zone de dégagement des fils de moyenne tension (plus de 6,5 m) avec une densité de 42 nids par 100 km (Figure 2.19), comparativement à la zone plus basse avec 35 nids par 100 km. Dans une étude réalisée en 2010 dans des quartiers péri-urbains de la région de Montréal, AECOM a calculé que la densité de nids situés à plus de 8 m du sol était de 0,4 nids/km de ligne électrique. En utilisant le même critère de hauteur, la densité que nous avons observée est inférieure avec 0,24 nids par km dans les milieux à faible et moyenne densité de végétation qui sont les milieux les plus semblables à ceux visités par AECOM. De plus, dans l'étude d'AECOM (2010), le Merle d'Amérique est l'espèce la plus souvent rencontrée. Dans notre cas, les nids du merle sont

effectivement plus souvent observés dans les arbres élagués, mais majoritairement en-dessous de la zone de dégagement des fils de moyenne tension (de 6,5 m). En fait, ce sont les nids de moyenne taille que l'on retrouve plus souvent dans la zone de dégagement des fils à moyenne tension, avec une hauteur moyenne de 6,8 m (0,15 nids par km).

2.4.7. Recommandations

Pour éviter de contrevenir aux lois qui interdisent le dérangement ou la destruction des nids et des œufs, il est recommandé de s'abstenir d'exécuter des travaux d'élagage pendant la période de nidification des oiseaux (AECOM Consultants Inc., 2010, 2012) évitant ainsi d'éventuels abandons du nid ou la destruction de ceux-ci par le déplacement des élagueurs dans l'arbre et la chute des branches coupées. La société québécoise de distribution d'électricité, Hydro-Québec, possède déjà des mesures indiquant au personnel ainsi qu'aux entrepreneurs chargés de l'entretien de limiter les travaux pendant cette période (Hydro-Québec, 2014). S'il est impossible de restreindre les travaux, à la lumière des résultats obtenus, nous recommandons que l'entretien de la végétation se fasse en premier lieu dans les quartiers à forte densité de végétation où le risque de perturber les oiseaux est moindre tant au niveau des prises accessoires que de l'utilisation des arbres élagués par les oiseaux, et ce même si les communautés d'oiseaux nicheurs sont plus diversifiées dans ces quartiers (Chapitre 1). Par la suite, les quartiers à faible densité de végétation devraient être visités avant ceux possédant une densité moyenne de végétation. Finalement, il serait opportun de porter une attention particulière aux essences correspondant aux grands arbres, car c'est parmi ceux-ci que les oiseaux construisant de grands nids installent souvent leur construction dans la zone de dégagement. Même si la plupart des espèces d'oiseaux correspondant à cette catégorie ne sont pas protégés par la LCOM, ils le sont par la LCMVF.

2.5. Conclusion

Nos résultats ont montré que la majorité des oiseaux inclus dans les catégories de nids étudiées n'évitent pas les arbres élagués. Selon les espèces d'oiseaux, ce sont d'autres facteurs, comme l'essence ou la hauteur, qui influencent l'oiseau dans son choix d'arbre. En fait, seuls les oiseaux construisant de grands nids sont influencés positivement par les arbres élagués, en favorisant l'installation de leur nid dans la zone centrale de l'arbre où une ouverture a été créée pour dégager les fils électriques. De son côté, l'écureuil, prédateur et compétiteur potentiel des oiseaux, présente la même tendance.

De tous les nids installés dans un arbre élagué, seulement un peu plus de la moitié se retrouvent à la hauteur de la zone de dégagement des fils de moyenne tension. Même si le Merle d'Amérique construit le plus de nids dans les arbres, il a tendance à les installer plus régulièrement sous cette zone. De fait, ce sont les nids de taille moyenne qu'on retrouve plus souvent à la hauteur de la zone de dégagement des fils de moyenne tension.

Le dérangement des nids a aussi été estimé en fonction de la modification de l'environnement proximal du nid. Les nids installés en périphérie ont un risque pratiquement nul d'être dérangés. Cependant, ceux appuyés sur des rejets dans l'ouverture faite par de précédents travaux d'élagage, comme les grands nids, sont très susceptibles d'être dérangés, ou du moins, de voir leur environnement proximal changer. Ces oiseaux ne sont pas toutefois visés par la Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (LCOM), mais le sont par la Loi sur la Conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF) au Québec.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La végétation à proximité des réseaux de distribution d'électricité peut endommager les installations et causer des pannes, en plus de représenter un danger pour les citoyens. Les entreprises de distribution d'électricité doivent procéder à des travaux de contrôle de la végétation afin de dégager et protéger leurs installations. Ces interventions changent l'habitat des oiseaux qui subit déjà plusieurs perturbations causées par bien d'autres activités humaines. Si certaines espèces ont su profiter de la présence humaine, d'autres n'ont pu s'adapter et sont en déclin. Pour protéger ces oiseaux, plusieurs pays ont mis en place des lois, dont le Canada, qui se traduit entre autres par la Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (LCOM).

Notre étude visait à déterminer s'il était possible de diminuer les risques de perturbations sur les oiseaux migrateurs lors des travaux d'entretien du réseau de distribution d'électricité et d'élagage des arbres de rues en milieu urbain et si les oiseaux étaient influencés par le résultat de ces travaux lors de leur choix de site de nidification. Le premier chapitre a montré que les oiseaux visés par la loi, soit les oiseaux migrateurs, sont plus présents dans les quartiers à forte densité de végétation et que cette présence élevée pouvait indiquer un potentiel accru de risque pour les oiseaux migrateurs. Le chapitre 2 a toutefois permis de caractériser plus finement le micro-habitat des oiseaux en mesurant comment leur choix de site de nidification était influencé ou non par l'élagage des arbres de rues. De fait, il s'avère que l'élagage affecte peu les oiseaux migrateurs. Dans notre étude, les nids d'oiseaux trouvés sur le territoire sont en majorité localisés en dehors de la zone d'élagage, soit en périphérie de la couronne, et sont donc très peu perturbés par les travaux d'élagage. Seuls les oiseaux construisant de grands nids installent préférentiellement ces derniers dans cette zone en milieux à faible et moyenne densité de végétation, alors que les arbres élagués en milieux à forte densité de végétation ne correspondent

pas aux grands arbres recherchés, car leur coupe se fait souvent au niveau du tronc sous les fils.

Finalement, la moitié des nids recensés dans les arbres élagués est installée à la hauteur de la zone de dégagement des fils de moyenne tension gérés par les entreprises de distribution d'électricité et ce sont les nids de moyennes taille qui ont été les plus observés.

Une étude semblable orientée vers la recherche de cavités, permettrait de compléter les connaissances en déterminant s'il y a un dérangement fait aux espèces comme les pics, les mésanges, les sittelles et le Tyran huppé qui utilisent les cavités dans les troncs à la hauteur des interventions d'élagage (Rodewald, 2015).

Nos résultats permettent aux entreprises de distribution d'électricité de mieux connaître l'effet de leurs travaux d'entretien de la végétation le long de leur réseau de distribution sur la faune aviaire et, si nécessaire, de moduler la planification de leurs interventions. Pareille connaissance s'inscrit très bien dans un cadre de protection et de maintien de la biodiversité en milieu urbain susceptible d'avoir des retombées directes en écologie urbaine et en conservation de la faune ailée.

**ANNEXE A - FRÉQUENCE D'OBSERVATION ET ABONDANCE DES
OISEAUX LORS DES INVENTAIRES AU CHANT DANS LES 419 STATIONS
D'ÉCHANTILLONNAGE**

Nom commun (<i>nom scientifique</i>)	Fréquence moyenne ³ (%)				Abondance moyenne (nb d'individu/station)			
	Toutes stations	Densité de végétation ⁴			Toutes stations	Densité de végétation ⁴		
		Fa	M	Fo		Fa	M	Fo
Étourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	78	83	76	65	2,09	2,19	2,08	1,76
Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>)	75	95	75	12	2,07	3,05	1,59	0,18
Merle d'Amérique (<i>Turdus migratorius</i>)	67	51	82	77	0,99	0,76	1,23	1,06
Quiscale bronzé (<i>Quiscalus quiscula</i>)	44	27	55	68	0,78	0,44	1,06	1,10
Cardinal rouge (<i>Cardinalis cardinalis</i>)	42	28	51	60	0,49	0,33	0,60	0,71
Chardonneret jaune (<i>Spinus tristis</i>)	36	27	31	82	0,53	0,36	0,45	1,36
Pigeon biset (<i>Columba livia</i>)	35	57	19	9	0,87	1,40	0,49	0,19
Bruant chanteur (<i>Melospiza melodia</i>)	35	19	37	88	0,47	0,22	0,43	1,37
Martinet ramoneur (<i>Chaetura pelagica</i>)	35	54	22	11	0,86	1,31	0,59	0,15
Carouge à épaulettes (<i>Agelaius phoeniceus</i>)	26	6	34	70	0,65	0,12	0,77	2,07
Corneille d'Amérique (<i>Corvus brachyrhynchos</i>)	25	29	18	32	0,35	0,40	0,26	0,45
Bruant familier (<i>Spizella passerina</i>)	25	19	30	33	0,31	0,23	0,38	0,38
Viréo aux yeux rouges (<i>Vireo olivaceus</i>)	20	9	21	56	0,22	0,09	0,22	0,64
Mésange à tête noire (<i>Poecile atricapillus</i>)	20	9	22	47	0,35	0,15	0,46	0,67

³ Pourcentage des points d'écoute où au moins un individu a été entendu.

⁴ Les trois types de quartier selon leur densité de végétation : Faible (Fa), Moyenne (M) et forte (Fo).

**ANNEXE A (Suite) - FRÉQUENCE D'OBSERVATION ET ABONDANCE DES
OISEAUX LORS DES INVENTAIRES AU CHANT DANS LES 419 STATIONS
D'ÉCHANTILLONNAGE**

Nom commun (<i>nom scientifique</i>)	Fréquence moyenne ⁵ (%)				Abondance moyenne (nb d'individu/station)			
	Toutes stations	Densité de végétation ⁶			Toutes stations	Densité de végétation ⁴		
		Fa	M	Fo		Fa	M	Fo
Jaseur d'Amérique (<i>Bombycilla cedrorum</i>)	18	19	10	42	0,51	0,48	0,35	1,06
Tourterelle triste (<i>Zenaida macroura</i>)	17	13	15	35	0,22	0,18	0,19	0,43
Paruline jaune (<i>Setophaga petechia</i>)	9	2	4	51	0,12	0,02	0,04	0,66
Viréo mélodieux (<i>Vireo gilvus</i>)	9	2	8	39	0,12	0,02	0,11	0,44
Geai bleu (<i>Cyanocitta cristata</i>)	9	8	10	7	0,11	0,12	0,13	0,07
Pic mineur (<i>Picoides pubescens</i>)	8	3	10	16	0,10	0,10	0,10	0,19
Oriole de Baltimore (<i>Icterus galbula</i>)	8	0	5	42	0,08	0	0,05	0,45
Pic flamboyant (<i>Colaptes auratus</i>)	6	2	3	26	0,06	0,02	0,03	0,28
Roselin familier (<i>Haemorhous mexicanus</i>)	5	4	6	4	0,06	0,05	0,07	0,05
Paruline flamboyante (<i>Setophaga ruticilla</i>)	4	0,5	2	21	0,04	0,01	0,02	0,23
Paruline masquée (<i>Geothlypis trichas</i>)	4	0,5	0	28	0,05	0,01	0,00	0,32
Moqueur chat (<i>Dumetella carolinensis</i>)	4	0	2	23	0,04	0,0	0,02	0,25
Tyrann huppé (<i>Myiarchus crinitus</i>)	4	0	2	19	0,04	0,0	0,02	0,19
Vacher à tête brune (<i>Molothrus ater</i>)	3	0	1	21	0,05	0,0	0,01	0,31

⁵ Pourcentage des points d'écoute où au moins un individu a été entendu.

⁶ Les trois types de quartier selon leur densité de végétation : Faible (Fa), Moyenne (M) et forte (Fo).

**ANNEXE B - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET
RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES**

Espèces	% de stations	Raisons pour lesquelles les espèces ont été retirées de la liste d'analyse			Présent dans moins de 3% des stations
		Ne niche pas dans l'aire d'étude ⁷	De passage, en vol, lors de l'inventaire	Espèce aquatique, limicole, nichant près d'un marais	
Bernache du Canada (<i>Branta canadensis</i>)	2,15		x	x	x
Bihoreau gris (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	1,19		x	x	x
Bruant à couronne blanche (<i>Zonotrichia leucophrys</i>)	0,48	x			x
Bruant à gorge blanche (<i>Zonotrichia albicollis</i>)	2,15				x
Bruant des marais (<i>Melospiza georgiana</i>)	0,24			x	x
Cardinal à poitrine rose (<i>Phœucticus ludovicianus</i>)	1,43				x
Cormoran à aigrettes (<i>Phalacrocorax auritus</i>)	0,48		x	x	x
Crécerelle d'Amérique (<i>Falco sparverius</i>)	0,48				x

⁷ Déterminé à partir des données du nouvel Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Association québécoise des groupes d'ornithologues *et al.* 2015).

**ANNEXE B (Suite) - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET
RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES**

Espèces	% de stations	Raisons pour lesquelles les espèces ont été retirées de la liste d'analyse			Présent dans moins de 3% des stations
		Ne niche pas dans l'aire d'étude	De passage, en vol, lors de l'inventaire	Espèce aquatique, limicole, nichant près d'un marais	
Faucon émerillon (<i>Falco columbarius</i>)	2,39				X
Goéland à bec cerclé (<i>Larus delawarensis</i>)	66,11		X		
Grand Héron (<i>Ardea herodias</i>)	3,34		X	X	X
Grand Pic (<i>Dryocopus pileatus</i>)	1,19				X
Grive fauve (<i>Catharus fuscescens</i>)	0,48				X
Héron vert (<i>Butorides virescens</i>)	0,95			X	X
Hirondelle à ailes hérissées (<i>Stelgidopteryx serripennis</i>)	0,24				X
Hirondelle à front blanc (<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>)	0,24				X
Hirondelle bicolore (<i>Tachycineta bicolor</i>)	1,43				X

**ANNEXE B (Suite) - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET
RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES**

Espèces	% de stations	Raisons pour lesquelles les espèces ont été retirées de la liste d'analyse		
		Ne niche pas dans l'aire d'étude	De passage, en vol, lors de l'inventaire	Espèce aquatique, limicole, nichant près d'un marais
Hirondelle de rivage (<i>Riparia riparia</i>)	0,48			x
Hirondelle noire (<i>Progne subis</i>)	0,95			x
Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>)	0,24			x
Moucherolle à côté olive (<i>Contopus cooperi</i>)	0,24	x		x
Moucherolle des aulnes (<i>Empidonax alnorum</i>)	0,72			x
Moucherolle phébi (<i>Sayornis phoebe</i>)	0,24			x
Paruline à calotte noire (<i>Wilsonia pusilla</i>)	0,48	x		x
Paruline à croupion jaune (<i>Dendroica petechia</i>)	0,72			x
Paruline à flancs marron (<i>Setophaga pensylvanica</i>)	1,43			x
Paruline à gorge noire (<i>Setophaga virens</i>)	0,24			x

**ANNEXE B (Suite) - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET
RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES**

Espèces	% de stations	Raisons pour lesquelles les espèces ont été retirées de la liste d'analyse		
		Ne niche pas dans l'aire d'étude	De passage, en vol, lors de l'inventaire	Espèce aquatique, limicole, nichant près d'un marais
Paruline à gorge orangée (<i>Setophaga fusca</i>)	0,24			x
Paruline à joues grises (<i>Vermivora ruficapilla</i>)	1,19			x
Paruline à tête cendrée (<i>Setophaga magnolia</i>)	0,24			x
Paruline bleue (<i>Setophaga caerulescens</i>)	0,48			x
Paruline couronnée (<i>Seiurus aurocapilla</i>)	0,72			x
Paruline noir et blanc (<i>Mniotilta varia</i>)	0,48			x
Paruline obscure (<i>Vermivora peregrina</i>)	1,19	x		x
Paruline rayée (<i>Dendroica striata</i>)	2,39	x		x
Paruline tigrée (<i>Setophaga tigrina</i>)	0,24	x		x

**ANNEXE B (Suite) - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET
RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES**

Espèces	% de stations	Raisons pour lesquelles les espèces ont été retirées de la liste d'analyse			Présent dans moins de 3% des stations
		Ne niche pas dans l'aire d'étude	De passage, en vol, lors de l'inventaire	Espèce aquatique, limicole, nichant près d'un marais	
Passerin indigo (<i>Passerina cyanea</i>)	0,95				x
Pic chevelu (<i>Picoides villosus</i>)	0,72				x
Pic maculé (<i>Sphyrapicus varius</i>)	0,95				x
Pioui de l'Est (<i>Contopus virens</i>)	1,19				x
Plongeon huard (<i>Gavia immer</i>)	0,24	x		x	x
Roitelet à couronne rubis (<i>Regulus calendula</i>)	0,24	x			x
Roselin pourpré (<i>Haemorhous purpureus</i>)	0,24				x
Sittelle à poitrine blanche (<i>Sitta carolinensis</i>)	2,39				x
Sittelle à poitrine rousse (<i>Sitta canadensis</i>)	0,24				x

**ANNEXE B (Suite) - LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE ET
RETIRÉES DE LA LISTE DES ESPÈCES UTILISÉES LORS DES ANALYSES**

Espèces	% de stations	Raisons pour lesquelles les espèces ont été retirées de la liste d'analyse		
		Ne niche pas dans l'aire d'étude	De passage, en vol, lors de l'inventaire	Espèce aquatique, limicole, nichant près d'un marais
Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	0,48			x
Sturnelle des prés (<i>Sturnella magna</i>)	0,24			x
Troglodyte des forêts (<i>Troglodytes hiemalis</i>)	0,24			x
Troglodyte familier (<i>Troglodytes aedon</i>)	2,39			x
Tyran tritri (<i>Tyrannus tyrannus</i>)	2,63			x
Urubu à tête rouge (<i>Cathartes aura</i>)	0,48		x	x
Viréo à tête bleue (<i>Vireo solitarius</i>)	0,48	x		x

ANNEXE C - ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE DANS UN CERCLE DE RAYON DE 50 M ET RETENUES DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE

Espèce	Code de l'espèce	Fréquence totale	Protégée par la loi ⁸	Régime alimentaire ⁹	Emplacement du nid	Hauteur du nid	Statut migratoire ¹⁰	Espèces Indigènes(I) Exotiques(E)
Bruant chanteur (<i>Melospiza melodia</i>)	BRCH	35%	o	Grains, fruits, insectes, invertébrés	Sol et arbustes	0-4 m	CD	I
Bruant familial (<i>Spizella passerina</i>)	BRFM	25%	o	Grains, (insectes=été)	Arbres	1-3 m	CD	I
Cardinal rouge (<i>Cardinalis cardinalis</i>)	CARO	42%	o	Grains, fruits, (Insectes=oison)	Arbustes	Moy 2 m	Résident	I
Carouge à épaulettes (<i>Agelaius phoeniceus</i>)	CAEP	26%	n	Insectes, grains	Arbustes	0.1-1.4 m (max 7 m)	CD	I

⁸ Loi de 1994 sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (MJC, 2010, 2014).

⁹ Régime alimentaire : Basée sur l'alimentation pendant la période de nidification

¹⁰ Statut migratoire : Déterminé avec Rodewald 2015 bonifié avec Gouvernement du Canada 2009. Résident : Espèce pouvant passer l'hiver dans nos régions, CD : Migrateur de courte distance (Côte Atlantique ou États-Unis), NT : Migrateur néo-tropicaux. Certaines espèces sont des migrateurs non obligatoires, c'est-à-dire qu'elles peuvent rester au Québec durant l'hiver ou partir. Puisqu'elles sont protégées par la loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs, nous les considérons comme des oiseaux migrateurs.

ANNEXE C (Suite) - ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE DANS UN CERCLE DE RAYON DE 50 M ET RETENUES DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE

Espèce	Code de l'espèce	Fréquence totale	Protégée par la loi	Régime alimentaire	Emplacement du nid	Hauteur du nid	Statut migratoire	Espèces Indigènes(I) Exotiques(E)
Chardonneret jaune (<i>Spinus tristis</i>)	CHJA	36%	o	Grains	Arbustes	Qq cm à plusieurs m	CD	I
Cornille d'Amérique (<i>Corvus brachyrhynchos</i>)	COAM	25%	n	Viande, œufs, insectes, fruits, charogne, déchets	Arbres	Moy 9-15 m	Résident	I
Étourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	ETSA	78%	n	Invertébrés, insectes, fruits	Cavité	3-7.6 m	CD et aussi résident	E
Geai bleu (<i>Cyanocitta cristata</i>)	GEBL	9%	n	Insectes, grains, noix	Arbres	1-30 m	Résident	I
Jaseur d'Amérique (<i>Bombycilla cedrorum</i>)	JAAM	18%	o	Insectes et fruits	Arbres	1.5-15m	CD	I
Martinet ramoneur (<i>Chaetura pelagica</i>)	MARA	35%	o	Insectes	Cavité	Moy 6.7m	NT	I
Merle d'Amérique (<i>Turdus migratorius</i>)	MEAM	67%	o	Invertébrés et fruits	Arbres	Moy 3.6-7.9 m (entre 0-21 m)	CD	I
Mésange à tête noire (<i>Poecile atricapillus</i>)	METN	20%	o	Insectes, grains et fruits	Cavité	1.5-7 m	Résident	I

**ANNEXE C (Suite) - ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE DANS UN
CERCLE DE RAYON DE 50 M ET RETENUES DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE**

Espèce	Code de l'espèce	Fréquence totale	Protégée par la loi	Régime alimentaire	Emplacement du nid	Hauteur du nid	Statut migratoire	Espèces Indigènes(I) Exotiques(E)
Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>)	MODO	75%	n	Grains (insectes=été)	Cavité	3-6 m	Résident	E
Moqueur chat (<i>Dumetella carolinensis</i>)	MOCH	4%	o	Insectes et fruits	Arbustes	1.5 m	NT	I
Oriole de Baltimore (<i>Icterus galbula</i>)	ORBA	8%	o	Insectes et fruits	Arbres	5.5-10.7 m	NT	I
Paruline flamboyante (<i>Setophaga ruticilla</i>)	PAFL	4%	o	Insectes	Arbustes	Moy 1.8-3.7 m	NT	I
Paruline jaune (<i>Setophaga petechia</i>)	PAJA	9%	o	Insectes	Arbustes	0.3-6.0 m	NT	I
Paruline masquée (<i>Geothlypis trichas</i>)	PAMA	4%	o	Insectes	Bosquet ou sol	0-10 cm	NT	I
Pic flamboyant (<i>Colaptes auratus</i>)	PIFL	6%	o	Insectes	Cavité	Moy 7 m	CD	I
Pic mineur (<i>Picoides pubescens</i>)	PIMI	8%	o	Insectes	Cavité	Moy 4.9 m	Résident	I
Pigeon biset (<i>Columba livia</i>)	PIBI	35%	n	Grains et fruits	Édifices, falaises	0-30 m	Résident	E

ANNEXE C (Suite) - ESPÈCES OBSERVÉES LORS DES INVENTAIRES PAR POINT D'ÉCOUTE DANS UN CERCLE DE RAYON DE 50 M ET RETENUES DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE

Espèce	Code de l'espèce	Fréquence totale	Protégée par la loi	Régime alimentaire	Emplacement du nid	Hauteur du nid	Statut migratoire	Espèces Indigènes(I) Exotiques(E)
Quiscale bronzé (<i>Quiscalus quiscula</i>)	QUBR	44%	n	Insectes, invertébrés, grains	Arbres	0.2-18 m	CD	I
Roselin familial (<i>Haemorhous mexicanus</i>)	ROFA	5%	o	Grains et fruits	Arbres	Moy 5 m	CD	E
Tourterelle triste (<i>Zenaida macroura</i>)	TOTR	17%	o	Grains	Arbres	0-80 m	Résident	I
Tyran huppé (<i>Myiarchus crinitus</i>)	TYHU	4%	o	Insectes, invertébrés et fruits	Cavité	Moy 2-6 m	NT	I
Vacher à tête brune (<i>Molothrus ater</i>)	VATB	3%	n	Grains et insectes	Parasite le nid d'une autre espèce	-	CD	I
Viréo aux yeux rouges (<i>Vireo olivaceus</i>)	VIYR	20%	o	Insectes et fruits	Arbres	0.9-2.1 m	NT	I
Viréo mélodieux (<i>Vireo gilvus</i>)	VIME	9%	o	Insectes	Arbres	1.4-18 m	NT	I

RÉFÉRENCES

- Abdi, H. et L. J. Williams. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Computational Statistics*, 2, 433-459.
- AECOM Consultants Inc. (2010). L'avifaune et le réseau de distribution d'électricité. Rapport réalisé pour Hydro-Québec, unité Environnement de la direction Expertise et soutien à la réalisation des travaux, 66 pages et annexes.
- AECOM Consultants Inc. (2012). La prise accessoire d'oiseaux migrateurs et les activités d'Hydro-Québec Distribution. Rapport réalisé pour Hydro-Québec, unité Environnement de la Direction Orientation et gouvernance, 47 pages et annexes.
- AEWA Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie. (2014). The Ministry of Foreign Affairs of the Kingdom of the Netherlands Treaties. <http://www.unep0aewa.org/fr/legalinstrument/aewa>
- Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal (2015). Atlas des oiseaux nicheurs du Québec. Récupéré en décembre 2015 de http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/index_fr.jsp
- Badyaev, A. V., V. Belloni et G. E. Hill. (2012). House Finch (*Haemorrhous mexicanus*). The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Récupéré en décembre 2015 de the Birds of North America: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/046>
- Barth, B. J., S. I. FitzGibbon et R. S. Wilson. (2015). New urban developments that retain more remnant trees have greater bird diversity. *Landscape and Urban Planning*, 136, 122-129.
- Beaulieu, J., G. Daigle, F. Gervais, S. Murray et C. Villeneuve. (2010). Rapport synthèse de la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal. Canards Illimités - Québec et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, 60 p.
- Beissinger S. R. et D. R. Osborne. (1982). Effects of urbanization on avian community organization. *Condor*, 84, 75-83.
- Bender, D. J., T. A. Contreras et L. Fahrig. (1998). Habitat Loss and Population Decline: A Meta-Analysis of the Patch Size Effect. *Ecology*, 79, 517-533.

- Berteaux, D., N. Casajus et S. DeBlois. (2014). Changements climatiques et biodiversité du Québec, vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec, Québec, 169 p.
- Betts, M. G., N. P. P. Simon et J. J. Nocera, (2005). Point count summary statistics differentially predict reproductive activity in bird-habitat relationship studies. *Journal of Ornithology*, 146, 151–159.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess et D. A. Hill. (1992). *Bird Census Techniques*. British Trust for Ornithology and Royal Society for the Protection of Birds, Academic Press. London, p. 257.
- Blair R. B. (2001). Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the U.S. dans Lockwood J.L., McKinney M.L. *Biotic Homogenization*. Norwell (MA): Kluwer, 33–56
- Bolund P. et S. Hunhammar. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293 – 301.
- Bonnington C., K. J. Gaston et K. L. Evans. (2013). Fearing the feline: domestic cats reduce avian fecundity through trait-mediated indirect effects that increase nest predation by other species. *Journal of Applied Ecology*, 50, 15-24.
- Brousseau, P., J. Lefebvre et J. F. Giroux. (1996). Diet of Ring-billed Gull chicks in urban and non-urban colonies in Quebec. *Colonial Waterbirds*, 19, 22–30.
- Cabe, P. R. (1993). European Starling (*Sturnus vulgaris*). *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Récupéré en avril 2015 de the Birds of North America <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/048>
- Canham, C. D. (1988). Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. *Ecology*, 69(3), 786-795.
- Carbo-Ramirez P. et I. Zuria. (2011). The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Plan*, 100(3), 213–222.
- Chace, J. F. et J. J. Walsh. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning*, 74, 46-69.
- Clinton D.F., C. P. Ortega et A. Cruz. (2011). Noise Pollution Filters Bird Communities Based on Vocal Frequency. *PLoS ONE*, 6(11): e27052.

- CMS Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage. (2013). Récupéré en mars 2015 de <http://www.cms.int/fr/page/texte-de-la-convention>
- Cody L. M. (1985). *Habitat selection in birds*. Academic Press Inc. Orlando Récupéré de Google books
https://books.google.fr/books?id=oXrNCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- COSEPAC. (2014). *Espèces sauvages canadiennes en péril*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Gouvernement du Canada. Récupéré en janvier 2016 de http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/searchdetail_f.cfm
- Croci S, A. Butet et P. Clergeau. (2008). Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. *Condor*, 110, 223–240.
- CTQ (Commission de toponymie du Québec). (2014). Portion « Archipel d'Hochelaga ». Récupéré en janvier 2014 de http://www.toponymie.gouv.qc.ca/ct/ToposWeb/fiche.aspx?no_seq=146061
- Curtis, Odette E., R. N. Rosenfield et J. Bielefeldt. (2006). Cooper's Hawk (*Accipiter cooperii*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/075>
- Cyr, A., J. Larivée. (1995). *Atlas saisonnier des oiseaux du Québec*. Les Presses de l'Université de Sherbrooke et la Société du Loisir ornithologique de l'Estrie. Sherbrooke, pp. 711.
- De Maesschalck R., D. Jouan-Rimbaud et D. L. Massart. (2000). The Mahalanobis distance. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 50(1), 1-18.
- Dhondt A. A., D. L. Tessaglia et R. L. Slothower. (1998). Epidemic mycoplasmal conjunctivitis in house finches from eastern North America. *Journal of Wildlife Diseases*, 34(2), 265-280.
- Drapeau, P., A. Leduc et R. McNeil. (1999). Refining the Use of Point Counts at the Scale of Individual Points in Studies of Bird-Habitat Relationships. *Journal of Avian Biology*, 30, 367-382.
- Dykstra, C. R., J. L. Hays et S. T. Crocoll. (2008). Red-shouldered Hawk (*Buteolineatus*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca:

- Cornell Lab of Ornithology; Récupéré de Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/107>
- ECCC (Environnement et Changement climatique Canada). (2015). La prise accessoire d'oiseaux migrateurs au Canada. Récupéré le 1 fév 2016 de <https://ec.gc.ca/paom-itmb/default.asp?lang=Fr&n=C51C415F-1>
- Edwards J. W. et D. C. Gynnn Jr. (1995). Nest characteristics of sympatric populations of fox and gray squirrels. *The Journal of Wildlife Management*, 59(1), 103-110.
- Emlen, J. T. (1974). An urban bird community in Tucson, AZ: Derivation, structure, regulation. *Condor*, 76, 184-197.
- Evans K. L., D. E. Chamberlain, B. J. Hatchwell, R. D. Gregory et K. J. Gaston. (2011). What makes an urban bird? *Global Change Biology*, 17, 32-44.
- Farrar, J. L. (2012). Les Arbres du Canada, FIDES et le Service canadien des forêts. Ressources naturelles Canada, Pp.502.
- Faeth S. H., C. Bang et S. Saari. (2011). Urban biodiversity : patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223, 68-81.
- Feldhamer G. A., B. C. Thompson et J. A. Chapman. (2003). *Wild mammals of North America*. 2e édition. The Johns Hopkins University Press, Pp. 1225.
- Fitzwater, W. D., Jr. et W. J. Frank. (1944). Leaf nests of gray squirrel in Connecticut. *Journal of Mammalogy*, 25, 160-170.
- Fuller, R. A., P. H. Warren, P. R. Armsworth, O. Barbosa et K. J. Gaston. (2008). Garden bird feeding predicts the structure of urban avian assemblages. *Diversity and Distributions*, 14, 131-137.
- Gardali, T. et G. Ballard. (2000). Warbling Vireo (*Vireo gilvus*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/551>
- Gauthier, J. et Y. Aubry (sous la direction de). (1995). Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, xviii + 1295 p.

- Giitmark F., D. Blomqvist, O. C. Johansson et J. Bergkvist. (1995). Nest site selection: A trade-off between concealment and view of the surroundings. *Journal of avian biology*, 26, 305-312.
- Gouvernement du Québec (2002). Loi sur la Conservation et la mise en valeur de la faune. Gouvernement du Québec.
- Gouvernement du Canada. (2009). Situation des oiseaux au Canada. Récupéré en décembre 2015 de <http://ec.gc.ca/soc-sbc/sel-sel-fra.aspx?sY=2011&sL=f>
- Graves, G. R. (2004). Avian commensals in colonial America: when did *Chaetura pelagica* become the Chimney Swift? *Archives of Natural History* 31:300-307. <http://dx.doi.org/10.3366/anh.2004.31.2.300>
- Halkin, S. L. et S. U. Linville. (1999). Northern Cardinal (*Cardinalis cardinalis*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/440>
- Harrison, H. H. (1975). *Eastern Birds' Nests*, Peterson field guides. Houghton Mifflin Company, Boston, New York, P.250.
- Holway D. A. (1991). Nest-site selection and the importance of nest concealment in the black-throated blue warbler. *The Condor*, 93, 575-581.
- Hydro-Québec. (2010). Rapport d'analyse de panne pour la cause végétation Bilan 2005-2009. Direction Gestion de l'actif Unité Gestion de la végétation Équipe planification. Hydro-Québec.
- Hydro-Québec (2014). Protection des oiseaux dans les emprises du réseau de distribution. Hydro-Québec. 2p.
- Hydro-Québec. (2015). Lignes de distribution, élagage, déboisement, abattage; Clauses techniques; Maîtrise de la végétation. Hydro-Québec. 42 pages.
- Hydro-Québec. (2016a). Distribution de l'électricité : Distribution aérienne. Récupéré le 24 janvier 2016 de <http://www.hydroquebec.com/comprendre/distribution/voie-aerienne.html>
- Hydro-Québec. (2016b). Travaux de dégagement des fils moyenne tension. Récupéré le 24 janvier 2016 de <http://www.hydroquebec.com/electricite-et-vous/vegetation-securite/lignes-distribution/travaux-degagement-fils-moyenne-tension.html>

- Kang W., E. S. Minor, C.-R. Park et D. Lee (2105). Effects of habitat structure, humain disturbance, and habitat connectivity on urban forest bird communities. Urban Ecosystem. DOI 10.1007/s1 1252-014-0433-5
- Klecka W. R. (1980). Discriminant analysis. Sage Publications Inc, 73 p.
- Koehler K. (2005). Encyclopedia o Biostatistics. John Wiley & Sons, Ltd, Pp. 14.
- Koehler M. (2008). Green facades-a view back and some visions. Urban Ecosystems, 11(4), 423 – 436.
- Koprowski J. L. (1994). *Sciurus carolinensis* Mammalian species, 480, 1-9.
- Korschgen, L. J. (1981). Foods of fox and gray squirrels in Missouri. Journal of Wildlife Management, 45, 260-266.
- Kroodsmma R. L. (1982). Edge effect on breeding forest birds along a power-line corridor. Journal of Applied Ecology, 19, 361-370.
- Lancaster, R. K. et W. E. Rees. (1979). Bird communities and the structure of urban habitats. Canadian Journal of Zoology, 57, 2358-2368.
- LCN, Loi sur la conservation de la Nature. (1973). Belgique. Récupéré en janvier 2016 de <http://environnement.wallonie.be/legis/consnat/cons001.htm>
- Lecigne, B. (2013). Effets des tailles de dégagement des réseaux électriques sur la colonisation de l'espace par les arbres, développement et mise en application d'une méthode d'analyse de données T-Lidar. (Mémoire de maitrise). Université du Québec à Montréal.
- Legendre P. et L. Legendre. (2010). Numerical Ecology. Third English Edition. Elsevier. Amsterdam, Pp.989.
- Legendre P. et E. D. Gallagher (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. Oecologia, 129, 271–280.
- Legifrance. (2016). Code de l'environnement. Récupéré en janvier 2016 de http://www.legifrance.gouv.fr/telecharger_pdf.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220
- Leveau L. M. (2014). Bird traits in urban–rural gradients: how many functional groups are there? Journal of Ornitholog, 154(3), 655–662.

- Local Action for Biodiversity. (2013). Rapport sur la biodiversité. Ville de Montréal, P.85.
- Loss, S. R., T. Will et P.P. Marra. (2013). The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. *Nature communications*, 4, 1396.
- Loss, S.R., T. Will et P.P. Marra. (2014a). Estimates of annual bird mortality from vehicle collisions on roads in the United States. *Journal of Wildlife Management*, 78, 763-771.
- Loss, S.R., T. Will et P.P. Marra. (2014b). Bird-building collisions in the United States: estimates of annual mortality and species vulnerability. *The Condor: Ornithological Applications*, 116, 8-23.
- Lowther, P. E. et C. L. Cink. (2006). House Sparrow (*Passer domesticus*). *The Birds of North America* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Récupéré en juillet 2015 de the Birds of North America <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/012>
- Lowther, P. E. et R. F. Johnston. (2014). Rock Pigeon (*Columba livia*). *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Récupéré en juillet 2015 de the Birds of North America <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/013>
- MacLoad C. J., S. E. Newson, G. Blackwell, R. P. Duncan. (2008). Enhanced niche opportunities: can they explain the success of New Zealand's introduced bird species? *Diversity and Distributions*, 15(1), 41-49.
- Marzluff J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. *Avian Ecology in an Urbanizing World*. Norwell (MA), pages 19-47.
- McGill B., B. J. Enquist, E. Weiher et M. Westoby (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 178-185.
- McGowan K. J. (2001). Demographic and behavioral comparisons of suburban and rural American Crows. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic Press, Norwell, MA. Pp 365-38.
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, biodiversity, and conservation. *Bioscience*, 52(10), 883-890.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3), 247-260.

- Melles, S., S. Glenn et K. Martin. (2003). Urban bird diversity and landscape complexity: Species–environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology*, 7(1), 5.
- Middleton A. D. (1930). The ecology of the American Grey Squirrel (*Sciurus carolinensis* Gmelin) in the British Isles. Department of Zoology and Comparative Anatomy, University Museum, Oxford, 809-843.
- Millenium Ecosystem Assessment Board. (2005). Ecosystems and human well-being : current state and trends, Island Press, Vol. 1.
- Millet J. (2012). L'architecture des arbres des régions tempérées, son histoire, ses concepts, ses usages. Éditions MultiMondes. Québec. Canada, Pp. 397.
- Mills, G. S., J. B. Dunning Jr et J. M. Bates. (1989). Effects of urbanization on breeding bird community structure in southwestern desert habitats. *Condor*, 91(2), 416-428.
- MJC (Ministre de la Justice du Canada). (2010). Loi de 1994 sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs, L.C. 1994, ch. 22. Ministère de la Justice du Canada, 53 p.
- MJC (Ministre de la Justice du Canada). (2014). Règlement sur les oiseaux migrateurs, C.R.C., ch. 1035. Ministère de la Justice du Canada, 84 p.
- Morneau F, C. Lepine, R. Decarie, M. Villard et J. DesGranges. (1995). Reproduction of American robin (*Turdus migratorius*) in a suburban environment. *Landscape and Urban Planning*, 32, 55–62.
- Morneau, F., R. Décarie, R. Pelletier, D. Lambert, J.-L. DesGranges et J.-P. L. Savard. (1999). Changes in breeding bird richness and abundance in Montreal parks over a period of 15 years. *Landscape and Urban Planning*, 44, 111-121.
- MRN (Ministère des Ressources Naturelles). (2014). Récupéré en avril 2014: <https://www.mrn.gouv.qc.ca/forets/inventaire/inventaire-zones.jsp>
- MRNF (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune). (2005). Portrait géographique du Québec forestier, Portrait statistique. Direction du développement de l'industrie des produits forestiers, 33 pages.

- MRNF (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune). (2006). Portrait Territorial Laurentides. Direction générale de la mission et de la coordination, 99 pages.
- Oldeman, R. A. A. (1974). Architecture de la forêt guyanaise. ORSTOM ed., Mémoire n° 73.
- Otis, D. L., J. H. Schulz, D. Miller, R. E. Mirarchi et T. S. Baskett. (2008). Mourning Dove (*Zenaida macroura*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/117>
- Parker Y, Y. Yom-Tov, T. Alon-Mozes et A. Barnea. (2014). The effect of plant richness and urban garden structure on bird species richness, diversity and community structure. *Landscape and Urban Planning*, 122, 186-195.
- Parris K. M. et A. Schneider. (2008). Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and Society*, 14(1), 29.
- Peak R. (2003). An Experimental Test of the Concealment Hypothesis Using American Goldfinch Nests. *The Wilson Bulletin*, 115(4), 403-408.
- Peck, G. K. et R. D. James. (1987). Breeding birds of Ontario: nidiology and distribution. Vol. 2. R. Ontario Mus. Toronto.
- Peer, B. D. et E. K. Bollinger. (1997). Common Grackle (*Quiscalus quiscula*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/271>
- Preston, C. R. et R. D. Beane. (2009). Red-tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/052>
- Proppe D. S., C. B. Sturdy et C. C. St.Clair. (2013). Anthropogenic noise decreases urban songbird diversity and may contribute to homogenization. *Global Change Biology*, 19, 1075-1084.
- Pro-Tec-Arbres. (2016). Élagage Québec. Récupéré le 30 mars 2016 de <http://www.pro-tec-arbres.com/elagage-quebec/>

- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin et D. F. DeSante. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-144-www. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 41 p.
- Ralph, C. J., S. Droege et J. R. Sauer. (1995). Managing and monitoring birds using point counts: Standards and applications. Dans: Ralph, C. J., J. R. Sauer, S. Droege. eds. Monitoring landbirds with point counts. Gen. Tech. Rep. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Reale J. A. et R. B. Blair. (2005). Nesting Success and Life-History Attributes of Bird Communities Along an Urbanization Gradient. *Urban Habitats*, 3(1).
- Reis E., G. M. Lopez-Iborra et R. T. Pinheiro. (2012). Changes in bird species richness through different levels of urbanization: Implications for biodiversity conservation and garden design in Central Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 107(1), 31-42.
- Rich, T. D., C. J. Beardmore, H. Berlanga, P. J. Blancher, M. S. W. Bradstreet, G. S. Butcher, D. W. Demarest, E. H. Dunn, W. C. Hunter, E. E. Iñigo-Elias, J. A. Kennedy, A. M. Martell, A. O. Panjabi, D. N. Pashley, K. V. Rosenberg, C. M. Rustay, J. S. Wendt et T. C. Will. (2008). Plan nord-américain de conservation des oiseaux terrestres de Partenaires d'envol. Environnement Canada, 90 p.
- Robb, G. N., R. A. McDonald, D. E. Chamberlain, et S. Bearhop. (2008). Food for thought: supplementary feeding as a driver of ecological change in avian populations. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 476-484.
- Robinson, D. J. et I. M. Cowan. (1954). An introduced population of the gray squirrel (*Sciurus carolinensis* Gmelin) in British Columbia. *Canadian Journal of Zoology*. 32, 261-282.
- Rodewald, P. (Editor). (2015). The Birds of North America <http://bna.birds.cornell.edu/BNA/>. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY.
- Rolando, A., G. Maffei, C. Pulcher et A. Giuso.(1997). Avian community structure along an urbanization gradient. *Italian Journal of Zoology*, 64, 341-349.
- Rousseau, J. J.-P. Savard et R. Titman. (2015). Shrub-nesting birds in urban habitats : their abundance and association with vegetation. *Urban Ecosystems*, 18, 871-884

- Roux, K. E. et P. P. Marra.(2007). The presence and impact of environmental lead in passerine birds along an urban to rural land use gradient. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 53, 261-268.
- Sanderson F. J., P. F. Donald, D. J. Pain, I. J. Burfield, F. P. J. Van Bommel. (2006). Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation*, 131, 93–105.
- Savard, J.-P., P. Clergeau et G. Mennechez. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48, 131-142.
- Savard, J.-P. et B. Falls. (2001). Survey techniques and habitat relationships of breeding birds in residential areas of Toronto, Canada. *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*, 543-568.
- Sokal, R. R. et F. J. Rohlf. (1981). *Biometry*. Deuxième édition. Freeman, San Francisco, California, USA.
- Steeves, T. K., S. B. Kearney-McGee, M. A. Rubega, C. L. Cink et C. T. Collins. (2014). Chimney Swift (*Chaetura pelagica*). *The Birds of North America* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Récupéré en juillet 2105 de the Birds of North America <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/646>
- Stratford J. A. et W.D. Robinson. (2005). Distribution of neotropical migratory bird species across an urbanizing landscape. *Urban Ecosystems*, 8(1), 59-77.
- Tewksbury, J. J., A. E. Black, N. Nur, V. A. Saab, B. D. Logan et D. S. Dobkin. (2002). Effects of anthropogenic fragmentation and livestock grazing on western riparian bird communities. *Studies in Avian Biology*, 25, 158-202.
- Université du Maryland et NASA. (2001). Landsat Tree Cover Continuous Fields. Récupéré en mars 2015 <http://landcover.org/data/landsatTreecover/index.shtml>
- Valcarcel, A. et E. Fernández-Juricic. (2009). Antipredator strategies of House Finches: Are urban habitats safe spots from predators even when humans are around? *Behavior. Ecology Sociobiology*, 63, 673-685.
- Vanderhoff, N., R. Sallabanks et F. C. James. (2014). American Robin (*Turdus migratorius*). *The Birds of North America* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Récupéré en juillet 2105 de the Birds of North America <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/462>

- Verbeek, N. A. et C. Caffrey. (2002). American Crow (*Corvus brachyrhynchos*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/647>
- Ville de Laval. (2009). Politique de conservation et de mise en valeur des milieux naturels d'intérêt.
- Ville de Montréal. (2016). Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles - Entretien et plantation des arbres sur le domaine public. Site consulté le 22 février 2016 <http://www1.ville.montreal.qc.ca/banque311/node/802>
- Visser M. E., C. Both et M. M. Lambrechts. (2004). Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Advances in Ecological Research*, 35, 89–110.
- Warkentin, I. G., N. S. Sodhi, R. H. M. Espie, A. F. Poole, L. W. Oliphant et P. C. James. (2005). Merlin (*Falco columbarius*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/044>
- WCA Wildlife and Countryside Act (1981). <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1981/69>
- Williams E. (2011). A comparison of eastern gray squirrel (*Sciurus carolinensis*) nesting behavior among habitats differing in anthropogenic disturbance. (Mémoire de maîtrise). Georgia southern University, 68 p.
- Witmer, M. C., D. J. Mountjoy et L. Elliot. (2014). Cedar Waxwing (*Bombycilla cedrorum*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/309>
- Yasukawa, K. et W. A. Searcy. (1995). Red-winged Blackbird (*Agelaius phoeniceus*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/184>